

УДК 378.147

ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНОГО ПРОФІЛЮ УМІНЬ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ТВОРЧІ ЗАВДАННЯ

©Дубовець О.М., Рубан Н.П.

Українська інженерно-педагогічна академія

Інформація про авторів:

Дубовець Олексій Миколайович: ORCID: 0000-0001-6796-032X Dubovets_kpiv@ukr.net; кандидат технічних наук, доцент, Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Рубан Наталія Павлівна: ORCID: 0000-0001-8337-2739; Ruban_23@mail.ua; кандидат педагогічних наук, доцент кафедри креативної педагогіки і інтелектуальної власності; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

В роботі висвітлено методику формування у студентів інженерного профілю умінь розв'язувати творчі завдання з модернізації існуючих об'єктів на основі відомого закону за яким працює об'єкт, що вдосконалюється не вдаючись до експериментальних досліджень. Запропонована методика реалізується на основі алгоритму. Працездатність методики показано на конкретних прикладах, а саме на засобах вимірювання – поплавкових рівнемірах. В якості базового закону обрано закон, на основі якого функціонує первинний перетворювач - чутливий елемент засобу вимірювання, а його вихідний сигнал перетворюється далі в конкретний результат вимірювання. Для вдосконалення об'єкта пропонується базовий закон перетворити до виду, коли у формулі закону виключені величини, які не вимірюються, а це забезпечить умови для виключення додаткових похибок в результатах автоматичного контролю і регулювання. За цієї умови студентам пропонується розробити схему об'єкту, її описати, зробити висновки та визначити переваги і область його використання.

Запропонована методика дозволить формувати у студентів творче мислення та вміння вирішувати творчі завдання не вимагаючи складних експериментальних установок, дозволить в індивідуальному і колективному режимі здійснювати пошук цільового продукту, представленого в формалізованому вигляді.

Ключові слова: творчі завдання, студенти інженерного профілю, творче мислення, методика, модернізація об'єктів, експериментальні дослідження, базовий закон.

Дубовець А.Н., Рубан Н.П. «Формирование у студентов инженерного профиля умений решать творческие задания»

В работе освещена методика формирования у студентов инженерного профиля умений решать творческие задания по модернизации существующих объектов на основе известного закона по которому работает объект, который усовершенствуется, не прибегая к экспериментальным исследованиям. Предложенная методика реализуется на основе алгоритма. Работоспособность методики показана на конкретных примерах, а именно на средствах измерения - поплавковых уровнемерах. В качестве базового закона выбран закон, на основе которого функционирует первичный преобразователь - чувствительный элемент средства измерения, а его выходной сигнал преобразуется дальше в конкретный результат измерения. Для совершенствования объекта предлагается базовый закон преобразовать к виду, когда в формуле закона исключены величины, которые не измеряются, а это обеспечит условия для исключения дополнительных погрешностей в результатах автоматического контроля и регулирования. При этом условия студентам предлагается разработать схему объекта, ее описать, сделать выводы и определить преимущества и область его использования.

Предложенная методика позволит формировать у студентов творческое мышление и умение решать творческие задания не требуя сложных экспериментальных установок,

дозволит в індивідуальному і колективному режимі здійснювати пошук цільового продукту, представленого в формалізованому вигляді.

Ключевые слова: творческие задания, студенты инженерного профиля, творческое мышление, методика, модернизация объектов, экспериментальные исследования, базовый закон.

A. Dubovez, N. Ruban, "Forming of skills to solve the creative tasks for the students of engineering profile"

The work describes the technique of forming the skills for the engineering students to solve the creative tasks related to the upgrading the existing facilities based on the known principle, according to which the facility being improved works, without getting into experimental researches. The proposed technique is implemented based on the algorithm. The efficiency of the technique is shown on certain examples, namely on the measurement means – floating level gages. As a basic law, we have selected the law, on which basis the primary converter – sensitive element of the measurement mean – operates, and its output signal is converted further to the particular measurement result. In order to improve the facility it is suggested to convert the basic law into the form, when the law formula has the values, which are not measured, excluded, and the same will provide the conditions for avoiding the additional errors in the results of automatic control and adjustment. Under these conditions the students are suggested to develop the facility diagram, to describe it, to make conclusions and to determine the advantages and its field of application.

The proposed technique will enable to form the creative thinking of the students as well as the skills to solve the creative tasks, without need in complicated experimental units, will enable to perform the search of the target product, as presented in formalized format, individually and collectively.

Key words: creative tasks, engineering profile students, creative thinking, technique, upgrading of facilities, experimental researches, basic law.

Актуальність дослідження і постановка проблеми. Відомо, що соціум розвивається тільки в тому випадку, коли попереднє покоління передає наступному не тільки накопичений досвід (знання, вміння, навички), а й формує у нього творчий потенціал. Відомо також, що будь-яке творче завдання (при правильній постановці мети) вважається вирішеним, якщо:

- визначені його вихідні дані на рівні постулатів;
- відомий (в загальному вигляді) інструментарій їх використання;
- отримано результат;
- проведено аналіз результату, який дозволяє стверджувати, що поставлена мета досягнута.

У більшості випадків при отриманні кінцевого результату мислення теоретичний продукт перевіряється (з позицій достовірності) експериментальним шляхом. На це йдуть і час, і кошти, але головне, невдачі, особливо на початку шляху творчої особистості, що істотно знижують віру в успіх, бажання творити. Очевидно тому, в процесі формування у студентів умінь вирішувати творчі завдання необхідно використовувати методи і засоби, що дозволяють на рівні теоретичних досліджень (навіть при індивідуальному пошуку) переконатися, що отриманий результат повністю відповідає вимогам цільового продукту і може бути матеріалізований і використаний в практичних цілях.

Виникає проблема необхідності розробки в процесі навчання студентів, які забезпечують можливість їх творчого розвитку, і бажано на базі уже наявних знань і умінь.

Аналіз досліджень та публікацій. Значна увага дослідженню проблеми технічної творчості, методів розв'язання творчих завдань приділялась такими вітчизняними дослідниками як Г. Альтшуллер, В. Андреев, В. Беспалько, А. Брушлинский, Г. Буш, Л. Виготський, Б. Волков, О. Григорова, В. Давидов, В. Зайончик, М. Зіновкіна, А. Кудрявцев, В. Кудрявцев, М. Лазарева, А. Матюшкін, В. Міхелькевич, В. Моляко, А. Морозов, Р. Повілейко, А. Половинкін, А. Пономарьов, А. Хуторський, Д. Чернілевский,

П. Яковишин [1,2,7,11,12].

Проблеми розробки методичних систем підготовки майбутніх інженерів розв'язувати творчі задачі відображені у роботах А. Беляєва, О. Гузалова, О. Діденко, О. Дубовець, О. Дьомін, Л. Єрьоміна, О. Коваленко, М. Іванов, М. Кабанець, О. Кошук, Н. Купріяничева, Т. Лазаревої, В. Нагаєв, А. Низовцев, О. Попова, І. Рогов, Н. Рубан, М. Скирута, О. Шандиба [3,6,8,9,10].

Аналіз робіт представлених вище авторів свідчить що недостатня увага приділяється проблемі формування студентів інженерного профілю умінь розв'язувати творчі завдання на базі законів та за допомогою простих математичних операцій, що відомі із шкільної програми. Також авторами запропоновані в основному методики створення нових об'єктів, які потребують подальшої перевірки їх працездатності.

Постановка завдання. Метою цієї роботи є розробка методики формування у студентів інженерного профілю умінь розв'язувати творчі завдання з модернізації існуючих об'єктів на основі відомого закону за яким працює об'єкт, що вдосконалюється не вдаючись до експериментальних досліджень, на прикладі засобів вимірювання.

Виклад основного матеріалу. В техніці існує дуже багато різноманітних об'єктів і систем. В якості прикладу, розглянемо творчі завдання щодо об'єктів вимірювальної техніки.

Творчі завдання можна умовно поділити на дві групи:

- 1) завдання пов'язані з модернізацією існуючих об'єктів;
- 2) завдання, які передбачають створення нових об'єктів.

Перша група завдань найбільш просто вписується в навчальний процес, бо вони базуються на об'єктивній інформації про існуючі об'єкти і їх недоліки, що досить широко висвітлено в навчальній і технічній літературі. Крім того, відомі базові закони на основі яких розроблено чутливий елемент - первинний перетворювач конкретного засобу вимірювання. Тобто, в даному випадку є достатня інформація і для вивчення, і для модернізації існуючих вимірювальних пристроїв з метою усунення їх недоліків.

Наявність зазначених недоліків дозволяє в процесі навчання студентів організувати процес «теоретичної» модернізації цих об'єктів і отримати результати, які відповідають за значимістю творчому продукту. Пропонується методика, яка базується на припущенні того, що якщо створений на основі відомого закону пристрій має конкретний недолік, то необхідно намагатися перетворити формулу зазначеного закону (не порушуючи його суті) так, щоб перетворена формула виключала даний недолік і давала можливість переконатися в цьому не вдаючись до експериментальних досліджень.

По суті запропонована методика передбачає на першому (теоретичному) етапі отримати інформацію у вигляді формули, необхідну і достатню для її перетворення до виду, що дозволяє стверджувати, що конкретний недолік пристрою виключений, а теоретичний результат може бути матеріалізований конкретною конструкцією.

Первинне випробування методики показало (що буде продемонстровано далі), що студенти формулюючи правильну словесну відповідь на конкретне запитання не можуть довести його справедливості.

Наприклад, всім відомо, що за допомогою плаваючого поплавка первинного перетворювача поплавкового рівнеміра можна вимірювати рівень рідини в об'єкті і це твердження підтверджується формулою

$$P = G = V * \rho * g = H * S * \rho * g, (1)$$

де $P = G$ - виштовхуюча сила Архімеда;

V - об'єм зануреної частини поплавка в рідину;

ρ - щільність рідини;

g - прискорення вільного падіння;

H - глибина занурення в рідину поплавка;

S - площа поперечного перерізу циліндричного поплавка.

З (1) випливає, що $H = P/S*\rho*g$, але виміряне значення H (по переміщенню поплавка) буде об'єктивним, якщо щільність рідини $\rho = \text{const}$. Але щільність рідини величина змінна

(різні рідини мають різну щільність, їх щільність може змінюватися в широких межах). Внаслідок цього плаваючий поплавок буде реагувати і на зміну рівня рідини і на зміну щільності, що при вимірюванні (і тим більше при регулюванні рівня рідини в технологічних об'єктах) неприпустимо.

На питання: «Як зміняться результати вимірювання (показання поплавкового рівнеміра) при збільшенні або зменшенні щільності рідини?», більшість студентів дають правильну відповідь, але не можуть це формалізовано довести. Цей факт є одним з основних причин, які суттєво ускладнюють формування у студентів умінь розв'язувати творчі завдання, використовуючи методи формалізації, тобто отримання незаперечного результату у вигляді формули.

Так, наприклад, більшість студентів правильно відповідають на питання про направлення переміщення поплавка рівнеміра при зміні щільності (вгору - при збільшенні, і вниз - при зменшенні), що є причиною додаткової похибки в результатах вимірювання рівня. Але вони не можуть довести на основі базової формули $P = H \cdot S \cdot \rho \cdot g$ правильність своїх суджень.

У подібній ситуації раціонально застосовувати метод колективного, рішення завдання, вишукуючи в його процесі правильність суджень конкретних студентів, у вигляді відповідей на запитання викладача. В таблиці 1 наведено питання, які пропонувалися студентам і отримані (студентами самостійно), або за консультаційної підтримки викладача відповіді.

Студенти повинні переконатися, що кожен величину в базовій формулі можна замінити її змістом у вигляді іншої формули, а потім розширити зміст базової формули і число величин, які можуть бути визначені формально і чисельно на її основі.

Крім того, необхідно навчити студентів формалізувати те, що є для них очевидним - наочно представляти формулами конкретні знання або слідства з них. Більшість студентів не вміють (можна стверджувати, що їх не навчили) представляти отримані результати мислення у вигляді формул і, тим більше, здійснювати їх формалізацію (відповідно до мети діяльності) на основі базових формул, що виконують роль постулатів, законів.

У процесі вирішення творчих завдань студенти повинні правильно, і доказово мислити. При цьому в процесі мислення не повинно бути обмежень уяви і фантазії. Необхідно, щоб об'єкти, що модернізуються були зрозумілі студентам, зустрічатися в побуті, описуватися відомими математичними формулами або рівняннями. Математичний апарат, що використовується також не повинен викликати труднощів, а вирішення самого завдання викликати інтерес. Крім того, в процесі модернізації об'єкта повинні використовувати методи вирішення творчих завдань і студенти повинні їх знати. Це, наприклад, такі методи як:

- метод інверсії, що передбачає розгляд елементів об'єкта з позицій множинності їх характеристик: форми, висоти, поперечного перерізу і т.п.;

- метод аналогій, що передбачає використання відомого рішення в новій ситуації при конструюванні об'єкта творчого завдання;

- метод емпатії, що пропонує винахіднику «перетворитися» в об'єкт дослідження, «зрозуміти», причини його недоліків і «побачити» варіант їх усунення.

При цьому слід особливу увагу студентів звернути на використання інформації у вигляді базової формули (яка в первинному вигляді не забезпечує вирішення проблеми), але є «фокусом» розумових операцій в процесі рішення творчого завдання, збірні функції якого максимально проявляються в процесі використання методів вирішення творчих завдань.

Таблиця 1

Питання та відповіді щодо виключення додаткової похибки в результатах вимірювання рівня

№ n/n	Питання	Відповіді
1	Які положення поплавка необхідно розглядати в процесі виконання завдання?	Два положення поплавка - до і після збільшення щільності рідини
2	Якою базовою формулою описується перше положення поплавка?	Перше положення поплавка описується формулою: $P_1 = H_1 * \rho * S * g = G.$
3	Що станеться з поплавком при збільшенні щільності рідини?	При збільшенні щільності рідини зменшиться глибина занурення поплавка в рідину.
4	Як і які величини зміняться в базовій формулі. Який вигляд матиме формула, що описує положення поплавка при збільшенні щільності рідини?	При збільшенні щільності рідини положення поплавка буде описуватися формулою: $P_2 = (H_2 = H_1 - \Delta H)(\rho_2 = \rho + \Delta \rho) * S * g = G.$
5	Як на основі базової та отриманої формул можна довести, що поплавок дійсно спливе при збільшенні щільності контрольованої рідини?	Необхідно з отриманих формул виразити H_1 і H_2 і порівняти їх величини: $H_1 * \rho * S * g = H_2 * (\rho + \Delta \rho) * S * g;$ $H_1 * \rho = H_2 * (\rho + \Delta \rho); H_2 = H_1 * \rho / (\rho + \Delta \rho),$ з яких випливає, що $H_2 < H_1$, тобто глибина занурення поплавка в рідину зменшиться.
6	Яке практичне застосування може знайти отримана формула?	Можна розрахувати, при допустимій похибці ΔH значення допустимого відхилення $\Delta \rho$ і навпаки.
7	Як можна мінімізувати похибку в показаннях поплавкового рівнеміра, що виникає при зміні щільності рідини?	Відповідь базувалася на раніше здобутому $\Delta H / H = \Delta \rho / (\rho + \Delta \rho)$, в якому $\Delta \rho / (\rho + \Delta \rho)$ студенти взяли за постійну величину і зробили висновок, що чим менше H - первинне занурення поплавка в рідину, тим менше буде значення ΔH .

Формування у студентів умінь розв'язувати творчі завдання повинно здійснюватися без примусовості до творчої діяльності, основними аргументами повинні бути інтерес, упевненість в успіху, інтелектуальна необхідність. Слід пам'ятати, що для виховання творчої особистості необхідні творче середовище, творчий процес і зацікавлене впровадження особистості в творчий процес.

Успішність при формуванні у студентів умінь розв'язувати творчі завдання забезпечується значною мірою безперервним вдосконаленням, що базується на послідовній модернізації конкретного об'єкта. Саме тому, в ході подальшого викладу матеріалу використовується первинний перетворювач рівнеміра - поплавок (з вивчення якого студенти почали знайомитися і засвоювати метод формалізації матеріалу для вирішення конкретного завдання). У процесі вирішення творчих завдань студенти повинні за допомогою перетворення базової формули отримати формалізований образ конструкції первинного перетворювача - поплавкового рівнеміра. При цьому студенти повинні довести, що використання такого поплавкового рівнеміра виключає залежність результатів вимірювання від щільності контрольованої рідини і її зміни в будь-яких (теоретичних) межах.

Процес рішення творчого завдання за допомогою формалізації базового закону містить два взаємозалежних етапи:

1) визначення умов (реальні, фантастичні, парадоксальні) при виконанні яких досягається мета діяльності - може бути отриманий цільовий продукт;

2) доказ за допомогою перетворення початкових умов, що представлені базовою формулою того, що завдання дійсно вирішується і далі теоретичне рішення може служити вихідним матеріалом для розробки конкретної конструкції.

Крім того, студенти повинні знати:

1) поки подумки не представлені образ цільового продукту, через сукупність його якостей, не має сенсу вибирати і, тим більше, перетворювати формулу до конкретного виду, бо ознаки цільового продукту повинні бути нерозривно пов'язані з конкретними величинами (параметрами) обраної формули;

2) будь-яка базова формула об'єкта модернізації є постулатом, тому всі формули, отримані в процесі її перетворення (без порушення правил математичних операцій) також є постулатами, але з них можна вибрати для практичного використання тільки ті, при реалізації яких виконується одна з умов, що виключає конкретний недолік модернізованого об'єкта.

У процесі виконання завдання щодо усунення залежності показань поплавкового рівнеміра від змінної щільності рідини, що контролюється студенти повинні, використовуючи формулу $H = (P - G) / S \cdot \rho \cdot g$ визначити умови, при яких глибина - H поплавка в рідину при зміні щільності - ρ буде залишатися постійною. Ці умови (відповідно до першого етапу методу модернізації) повинні бути представлені в письмовій формі і не можуть бути відкинуті (в результаті їх парадоксальності або фантастичності), якщо немає об'єктивного спростування. В кінцевому підсумку студентами були (при консультаційно-коректуючій участі викладача) сформульовані наступні умови (ідеї):

1) коли на поплавок діє сила, рівна їй за величиною, але протилежна за напрямом дії ρ ;

2) коли ρ у формулі відсутня;

3) коли глибина H занурення поплавка в рідину залишається незмінною при будь-якому ρ .

Слід зазначити, що всі три умови (ідеї) студентами не сприймалися як ті, що реально можуть бути реалізовані, але вони не могли їх відкинути, бо при виконанні цих умов щільність рідини ρ дійсно не впливає на глибину занурення поплавка.

Найбільш безглуздим для студентів виявилася умова, відповідно до якого необхідно виключити ρ з базової формули. Подібні ситуації необхідно використовувати для доказу студентам, бо ефективність мислення істотно підвищується, якщо є модель об'єкта, що представлена формулою конкретного закону і її можна перетворити до вигляду, що забезпечує рішення творчого завдання.

Для того щоб виключити ρ з формули закону Архімеда її значення необхідно замінити іншим, яке виконує роль ρ , але одночасно не порушує закон Архімеда (цього студенти на перших порах не сприймають і тільки приклад може їх переконати в можливості запропонованої операції).

З $\rho = (P - G) / H \cdot S \cdot g$ слідує, що без порушення закону Архімеда ρ може бути замінено лише вираженням виду $\rho = P / H \cdot S \cdot g$, але при цьому отримана формула не повинна звертатися в 0 або конкретне число.

Зазначена вимога виконується, якщо ρ замінити виразом $\rho = P_1 / H_1 \cdot S_1 \cdot g$, що можна реалізувати шляхом введення в вимірювальну систему (відповідно до методу інверсії) другого поплавка. В даному випадку рівень рідини вимірюється першим поплавком

відповідно до формули $H_1 = \frac{P_1}{S_1 \rho g}$, а щільність контрольованої рідини другим поплавком -

відповідно до формули $\rho = \frac{P_2}{H_2 S_2 g}$. Введення значення в формулу для визначення, призводить до результату:

$$H_1 = \frac{P_1 H_2 S_2 g}{S_1 P_2 g} = \frac{P_1 H_2 S_2}{P_2 S_1} \quad (2)$$

З (2) випливає, що отримана формула не містить ρ , але студенти повинні довести, що на її основі може бути створений рівнемір, що буде працювати. З (2) випливає, що можливі такі варіанти значень S_1 і S_2 : $S_2 = S_1$ або $S_2 = n S_1$ при $n = const$. Реалізація яких приведе до:

$$H_1 = \frac{P_1}{P_2} H_2 \text{ або } H_1 = \frac{P_1 n}{P_2} H_2 \quad (3)$$

Можна припустити (на основі методу інверсії), що поплавки можуть:

- 1) бути однакової форми (наприклад, циліндричної конічної і т.д.);
- 2) мати рівну або різну висоту;
- 3) мати однакову або різну площу поперечного перерізу;
- 4) бути зануреними в контрольовану рідину на однакову або різну глибину;
- 5) бути виготовленими з одного або різних матеріалів.

Якщо поплавки виконані з одного матеріалу, мають рівні висоти, площі поперечного перерізу і постійно занурені в рідину на рівну глибину, то на них діють однакові виштовхуючі сили, що призводять до рівності $H_1 * P_1 = H_2 * P_2$ і виключають можливості вимірювання рівня рідини в об'єкті. При цьому єдиним варіантом, який можна використовувати в даній ситуації - це занурити поплавок на різну глибину, яка повинна мати при будь-якому рівні рідини постійне значення.

В даному випадку на перший поплавок буде діяти виштовхуюча сила $P_1 = H_1 S_1 \rho g$, а на другий поплавок виштовхуюча сила $P_2 = H_2 S_2 \rho g$. З наведених формул видно, що виключити залежність результатів вимірювання рівня від щільності можна тільки шляхом ділення P_1 / P_2 , здійснення якого гарантує, що при рівних площах поперечного перерізу поплавоків справедливо $\frac{P_1}{P_2} = \frac{H_1}{H_2}$.

$$\text{Але за умовою } H_2 = H_1 - \Delta H, \text{ тому } \frac{P_1}{P_2} = \frac{H_1}{H_2} = \frac{H_1}{H_1 - \Delta H} \quad (4)$$

З (4) випливає, що чим більший рівень, тим менше відношення P_1 / P_2 , тобто кожному рівню H_1 в межах H_2 відповідатиме конкретне відношення (4), значення якого залежить тільки від рівня рідини в технологічному об'єкті, і не залежить від щільності середовища, що контролюється, яке може змінюватися в будь-яких межах (див. рис. 1).

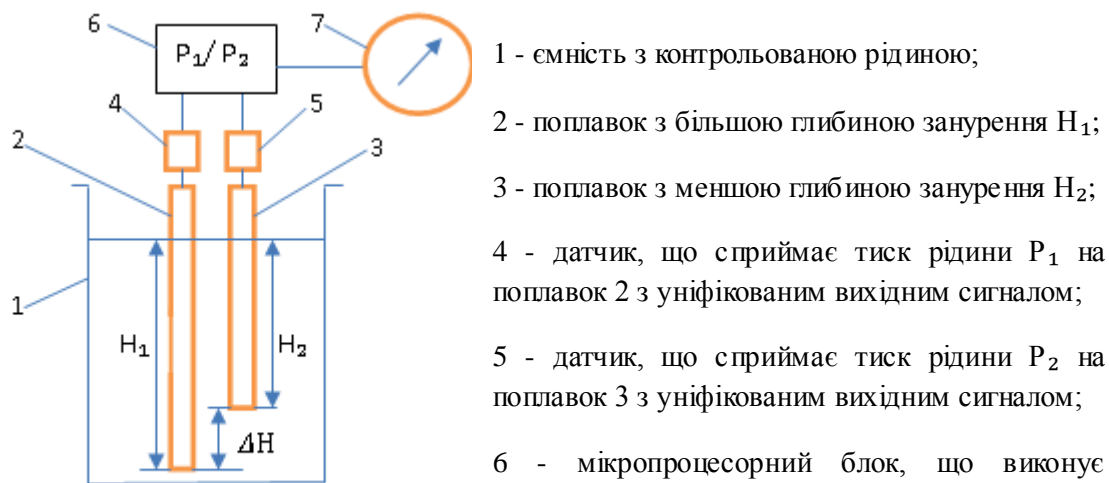


Рис. 1

Поплавковий рівнемір з двома поплавком

У процесі вирішення творчих завдань необхідно величезну увагу приділяти проміжним висновкам, які повинні обов'язково формулювати студенти. Об'єктивні проміжні висновки при використанні методу безперервного вдосконалення є базовою основою для подальших міркувань і прийнятих рішень.

Беручи до уваги формули 2,3,4 і конструкцію розробленого поплавкового рівнеміра (рис.1), студенти сформулювали наступні висновки:

1. Використання в конструкції рівнемірів двох поплавків, що мають рівні діаметри, але різні висоти і різну, але постійну глибину занурення в рідину ($H_1 > H_2$ і $H_1 - H_2 = \Delta H = \text{const}$) і представлення результатів вимірювання рівня у вигляді відношення P_1/P_2 діючих на них виштовхуючих сил, забезпечує незалежність результатів вимірювання від щільності контрольованої рідини. Можна стверджувати (*перший постулат*), що будь-яка конструкція рівнемірів, чутливий елемент якої складається з двох поплавків, а результат вимірювання визначається у вигляді відношення значень виштовхуючих сил, що діють на поплавки, виключає залежність результатів вимірювання від щільності контрольованої рідини і її зміни в будь-яких межах.

2. Рівнеміри, що реалізують дане конструктивне рішення мають обмежений діапазон застосування, внаслідок наявності зонинечутливості ΔH , в якій при конструктивній його реалізації (рис.1) вимірювання рівня неможливо (*другий постулат*).

3. Вихідний сигнал первинного перетворювача рівнеміра нелінійний, поріг чутливості залежить від значення ΔH і тим більше, чим більше ΔH , але при цьому істотно збільшується зона нечутливості, що недоцільно (*третій постулат*).

Наступне завдання, яке повинні вирішити студенти (відповідно до методу безперервного вдосконалення) - *вияток зони нечутливості розробленого рівнеміра*.

Але спочатку студенти повинні подумки уявити елементи способу цільового результату, відповісти на питання (див. табл. 2):

Таблиця 2

Питання та відповіді щодо винятку зони нечутливості розробленого рівнеміра

№ n/n	Питання	Правильні відповіді
1	Що необхідно зробити для виключення зони нечутливості?	Поплавки повинні в процесі вимірювання мати рівні глибини занурення в рідину (обґрунтування в даному випадку не потрібно, бо відкинути цю пропозицію неможливо).
2	Що необхідно для отримання наочного і об'єктивного матеріалу для аналізу можливості (або неможливості) використання сформульованої пропозиції?	Формула, що описує (відображає) відношення значень виштовхуючих сил діючих на поплавки (відповідно до <i>першого постулату</i>), бо вона обов'язково виключає залежність результатів вимірювання рівня від щільності контрольованої рідини $\frac{P_1}{P_2} = \frac{H_1 S_1 \rho g}{H_2 S_2 \rho g} = \frac{S_1}{S_2} \quad (5)$
3	При виконанні яких умов формула (5) може «працювати»?	Очевидно, що умова (5) при вимірі рівня буде «працювати» в разі, коли відношення S_1 / S_2 буде безперервно змінюватися за заданим законом в межах зміни (0-тах) рівня $H_1 = H_2$. Це можливо, якщо, реалізуються закономірності $\frac{P_1}{P_2} = \frac{S_1 = const}{S_2 = S_1 \pm \Delta S_{1(H)}} \quad (6)$ <i>(четвертий постулат)</i> або $\frac{P_1}{P_2} = \frac{S_1 - \Delta S_{1(H)}}{S_2 + \Delta S_{2(H)}}, \quad \text{де } \Delta S_{(H)} = f(H)$ <i>(п'ятий постулат)</i> (7)

У першому випадку один з поплавків має циліндричну форму, другий - форму усіченого конуса. У другому випадку і перший і другий поплавки мають форму усіченого конуса, при направленні конусності в протилежні сторони.

Конструкції поплавцевих рівнемірів, що матеріалізують формули (6) і (7) наведено на рис. 2 і 3.

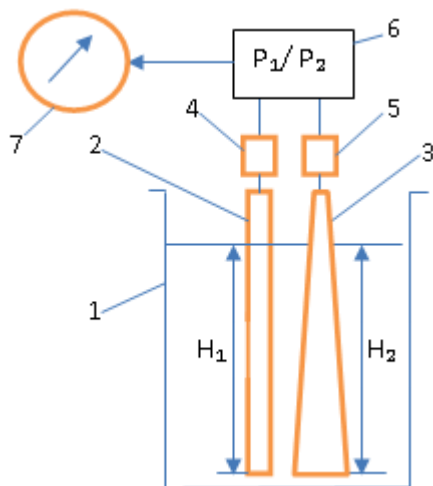


Рис. 2. Поплавковий рівнемір з циліндричним і конічним поплавком

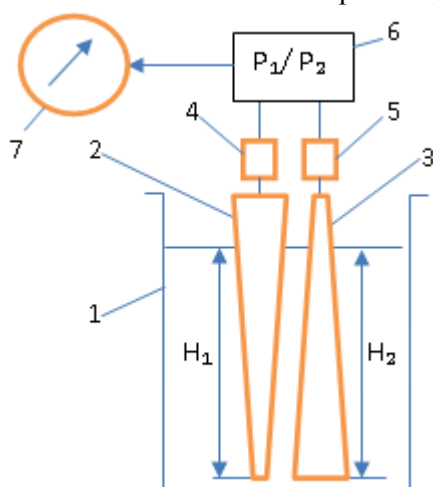


Рис. 3. Поплавковий рівнемір, з перевернутими відносно один одного конусними поплавками

Рішення перерахованих вище творчих завдань на основі методу формалізації базових формул модернізованого об'єкта (в розглянутих випадках первинного перетворювача - чутливого елемента поплавкових рівнемірів) переконує студентів (на їхню думку) в раціональності використання даного методу. Крім того, студенти наголошують на необхідності використання принципу безперервного вдосконалення, який підсилює метод формалізації, створює і постійно розширює базову основу для вирішення наступних творчих завдань.

Знайомство студентів з прикладами модернізації об'єктів (первинних перетворювачів поплавкового рівнеміра) на основі перетворення базової формули до формалізованого образу цільового продукту і їх участь в даному процесі дозволяє запропонувати зацікавленим студентам самостійно розв'язати творче завдання по виключенню недоліків у відомих їм об'єктах. Раціонально при цьому використовувати об'єкти, які на навчальних заняттях піддавалися модернізації, але з пред'явленням до них нових вимог.

Студентам можуть бути запропоновані (і пропонувалися) наступні питання:

1) необхідно виключити вплив щільності рідкого середовища на результати вимірювання рівня поплавковими рівнемірами, якщо поплавці мають різні, але постійні площі поперечного перерізу;

2) необхідно виключити вплив щільності рідкого середовища на результати вимірювання рівня за умови того, що в конструкції рівнеміра використовується тільки один поплавок;

3) якщо в конструкції рівнеміра використовується тільки один поплавок, яка умова обов'язкова в будь-яких конструктивних рішеннях, виконання якого гарантовано виключає залежність глибини занурення поплавка в контрольовану рідину.

У процесі вирішення зазначених завдань студенти повинні сформулювати на основі результатів перетворення базових законів нові (практично корисні постулати) і обґрунтувати їх об'єктивність.

На основі вищевикладеної інформації та отриманих результатів студентами (при консультативно-коректуючій підтримці викладача) була сформульована методика модернізації засобів вимірювання, що базується на базових формулах законів, на основі яких функціонують їх первинні перетворювачі.

Методика (принцип) модернізації об'єктів з метою виключення їх недоліків реалізується на основі розробленого алгоритму:

1. Вибір об'єкта (наприклад, первинного перетворювача засобу вимірювання), що широко використовується в промисловості, але має конкретні недоліки, які обмежують область його використання і є причиною додаткової похибки в результатах вимірювання.

2. Визначення (на основі вивчення навчальної та технічної літератури) формули (закону), на основі якої формується вихідний сигнал первинного перетворювача засобу вимірювання.

3. Формалізація об'єктивних уявлень про переваги і недоліки модернізованого засобу вимірювання - підтвердження їх наявності формулами, виведеними на основі закону, на базі якого функціонує первинний перетворювач засобу вимірювання, і якому відповідає його вихідний сигнал.

4. Уявне представлення умов (парадоксальних, фантастичних, несумісних з наявними уявленнями, але об'єктивність яких спростувати неможливо), що виключають недоліки модернізованого об'єкта - первинного перетворювача засобу вимірювання, відображення їх суті в письмовому вигляді.

5. Перетворення формули базового закону, на основі якого функціонує первинний перетворювач засобу вимірювання, до формалізованого виду, що відображає суть однієї з умов, що виключає конкретний недолік модернізованого первинного перетворювача, його оцінка з позицій приналежності до постулату.

6. Розробка (на основі конструкції модернізованого первинного перетворювача) схеми об'єкту.

7. Короткий опис роботи «модернізованого» об'єкта. Висновки, що підтверджують досягнення мети модернізації, визначення переваг і областей його використання.

Виходячи із викладеного вище, зробимо такі **висновки**:

1. Однією з причин недостатньої ефективності процесу формування у студентів творчого мислення та вміння вирішувати творчі завдання є відсутність теоретико-практичної бази, використання якої, не вимагаючи складних експериментальних установок і тривалих експериментів, дозволяє в індивідуальному і колективному режимі здійснювати пошук способу цільового продукту, представленого в формалізованому вигляді.

2. За базу для формування у студентів творчого мислення та вміння вирішувати творчі завдання бажано вибирати існуючі об'єкти (наприклад, засоби вимірювання), що використовуються в промисловості, докладно описуються в навчальній та спеціальній літературі. В цьому випадку є достатній обсяг об'єктивної інформації, на основі якої можуть бути визначені причини наявних у даних об'єктів недоліків і розроблені ефективні варіанти їх усунення.

3. Доцільно в якості вихідної інформації для модернізації засобів вимірювання (не виключено, що і інших об'єктів) використовувати базовий закон, на основі якого функціонує первинний перетворювач - чутливий елемент засобу вимірювання, а його вихідний сигнал перетворюється далі в конкретний результат вимірювання.

4. Базовий закон, що лежить в основі функціонування первинного перетворювача засобу вимірювання, представлений формулою, яка в більшості випадків одночасно відображає взаємозв'язок параметру, що вимірюється і величин, які не підлягають

вимірюванню (постійних і змінних), а це призводить до виникнення додаткових похибок в результатах вимірювання.

5. Досвід показує, що базовий закон може бути за допомогою його перетворення приведений до виду, коли у формулі закону виключені величини, які не вимірюються, а це забезпечує умови для виключення додаткових похибок в результатах автоматичного контролю і регулювання.

6. Процесу перетворення базового закону повинен передувати етап визначення умов, при яких з формули закону виключаються величини, що призводять до появи додаткових похибок, але при цьому зберігається його фізична суть. Зазначені умови досить часто є на перший погляд фантастичними, парадоксальними, неприйнятними, але вони не повинні відхилятися, якщо їх суть неможливо спростувати.

7. В зв'язку з тим, що перетворення базового закону здійснюються за допомогою простих математичних операцій, студентам в кінцевому підсумку стає зрозумілою взаємозв'язок фантастичних (парадоксальних) умов, які необхідні для виключення недоліків засобів вимірювання і формалізованого кінцевого результату, що перетворює парадоксальність в реальність.

Перспективи подальших досліджень. Відомо, що в процесі мислення одночасно присутні як „понятійна”, так і „образна” логіка [5]. В статті в якості консультаційно-коректуючої підтримки викладачем запропоновані питання, тобто „понятійну” складову. До перспективних напрямів досліджень відносимо розробку „образної” складової до кожної „понятійної”. На нашу думку якщо працюватимуть дві складові „понятійна” і „образна” системи разом, то процес переробки інформації здійснюватиметься ефективніше.

Список використаних джерел

1. Григорова Е. Н. Использование метода непрерывного усовершенствования для формирования умений решать творческие задачи / Е. Н. Григорова // Проблемы инж.-пед. освіти : зб. наук. пр. / Укр. инж.-пед. акад. – Харків, 2008. – № 21. – С. 141-147.
2. Зиновкина М. М. Формирование творческого технического мышления и инженерных умений студентов технических вузов : дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / М. М. Зиновкина. – М., 1989. – 326 с.
3. Коваленко Е. Э. Методика решения задач по общей химической технологии / Е. Э. Коваленко, Т. А. Лазарева ; Укр. инж.-пед. акад. – Харьков: [б. и.], 2004. – 336 с.
4. Кожем'яко В. П. Наука і технічна творчість в навчальному процесі (від абітурієнта до аспіранта). Ч.1 : [навч. посіб.] / В. П. Кожем'яко, С. А. Боровник, О. І. Понура. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 336 с.
5. Кулагина И. Ю. Психологический справочник учителя : учеб. пособие 2-е изд., перераб. / И. Ю. Кулагина, Л. М. Фридман. – М. : Совершенство, 1998. – 432 с.
6. Лазарева Т. А. Підготовка майбутніх інженерів-технологів харчової галузі до творчої професійної діяльності : монографія / Т. А. Лазарева ; Укр. инж.-пед. акад. – Харків : Право, 2014. – 521 с.
7. Лазарев М. І. Полісистемне моделювання змісту технології навчання загальноінженерних дисциплін : монографія / М. І. Лазарев. – Харків, 2003. – 356 с.
8. Лазарев М. І. Методика креативного навчання майбутніх інженерів за дисципліною «Процеси і апарати хімічних виробництв» : монографія / М. І. Лазарев, Н. П. Рубан. – Харків, 2016. – 348 с.
9. Рубан Н. П. Концептуальні положення щодо методик навчання технічній творчості майбутніх інженерів / Н. П. Рубан // Проблемы инженерно-педагогической освіти : зб. наук. пр. / Укр. инж.-пед. акад. – Харків, 2014. – № 45. – С. 6-14.
10. Рубан Н. П. Деякі підходи в навчанні, що сприяють творчому розвитку студентів / Н. П. Рубан, М. І. Лазарев // Науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників академії (45-а; 2012 р.; м. Харків) : зб. тез доп. / Укр. инж.-пед. акад. – Харків, 2012. – Ч. 5. – С. 74.
11. Хуторской А. В. Современная дидактика : учебное пособие / А. В. Хуторской. – 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 2007. – 639 с.

12. Чернілевський Д. В. Методологія наукової діяльності : навч. посібник / Д. В. Чернілевський, О. Є. Антонова, Л. В. Барановська та інші ; за ред. Д. В. Чернілевського. – вид. 2-ге, допов. – Вінниця : АМСКП, 2010. – 484 с.

References

1. Grigороva, EN 2008, 'Ispol'zovanie metoda nepreryvnogo usovershenstvovanija dlja formirovanija umenij reshat' tvorcheskie zadachi', *Problemi inzh.-ped. osviti*, Vydavnytstvo Ukrainskoi inzhenerno-pedahohichnoi akademii, Kharkiv, no 21, pp. 141-147.
2. Zinovkina, MM 1989, *Formirovanie tvorcheskogo tehničeskogo myshlenija i inženernyh umenij studentov tehničeskikh vuzov*, Moskva.
3. Kovalenko, EJe & Lazareva, TA 2004, *Metodyka reshenija zadach po obshhej himicheskoi tehnologii*, Vydavnytstvo Ukrainskoi inzhenerno-pedahohichnoi akademii, Har'kov.
4. Kozhem'jako, VP, Borovnyk, SA & Ponura, OI 2000, *Nauka i tehnična tvorčist v navchalnomu protsesi (vid abiturienta do aspiranta), ch.1*, VDTU, Vinnytsia.
5. Kulagina, IJu & Fridman, LM 1998, *Psichologičeskij spravocnik uchitelja*, 2nd edn, Sovershenstvo, Moskva.
6. Lazarieva, TA 2014, *Pidhotovka maibutnikh inženieriv-tehničolohiv kharchovoi haluzi do tvorchoi profesiinoi diialnosti*, Vydavnytstvo Ukrainskoi inzhenerno-pedahohichnoi akademii, Pravo, Kharkiv.
7. Lazarev, MI 2003, *Polisystemne modeliuвання змісту tehničolohii navčannia zahalnoinženernykh dystsyplin*, Kharkiv.
8. Lazarev, MI & Ruban, NP 2016, *Metodyka kreatyvnoho navčannia maibutnikh inženieriv za dystsyplinoiu «Protsesi i aparatykhimichnykh vyrobnytstv»*, Kharkiv.
9. Ruban, NP 2014, 'Kontseptualni položennia shchodo metodyk navčannia tehničnij tvorčosti maibutnikh inženieriv', *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*, Vydavnytstvo Ukrainskoi inzhenerno-pedahohichnoi akademii, Kharkiv, no 45, pp. 6-14.
10. Ruban, NP & Lazarev, MI 2012, 'Deiaki pidkhody v navčanni, shcho spryiaut tvorčomu rozvytku studentiv', *Naukovo-praktyčna konferentsiia naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv, naukovtsiv, aspirantiv ta spivrobitykiv akademii*, Vydavnytstvo Ukrainskoi inzhenerno-pedahohichnoi akademii, Kharkiv, ch. 5, p. 74.
11. Hutorskoj, AV 2007, *Sovremennaja didaktika*, 2nd edn, Vysshaja shkola, Moskva.
12. Chemilevskiy, DV, Antonova, Oe & Baranovska, LV 2010, *Metodolohiia naukovoї diialnosti*, 2nd edn, AMSKP, Vinnytsia.

Стаття надійшла до редакції 13.09.2016р.