

## Лабораторне заняття 10. Методика організації учнівських досліджень.

*Завдання.* Спланувати та підготувати методичні рекомендації щодо проведення експериментального або теоретичного дослідження з певної тематики.

### Методичні матеріали

**Вступ.** Відповідно до Концепції нової української школи (2017 р.) важливою складовою педагогічної діяльності вчителя (зокрема вчителя фізики) є організація інноваційного пошуку учнів у процесі їх навчання. Авторами розроблена *технологія організації квазіпрофесійної діяльності майбутніх учителів фізики*, що може бути впроваджена у процесі професійної підготовки вчителів у закладах вищої освіти (Андрєєв, 2018). *Квазіпрофесійною діяльністю* майбутніх учителів фізики вважаємо різновид їх освітньої діяльності, що має навчальний (є частиною професійної підготовки студента) та професійний (відбувається в умовах, наближених до реальної професійної діяльності) аспекти та дає змогу реалізувати педагогічну взаємодію «викладач ↔ студент», «студент ↔ студент», «студент ↔ учень» (за можливою участю представників підприємств і наукових установ, вчителів ЗЗСО), в процесі якої студенти мають змогу проявляти себе як організатори інноваційної діяльності учнів. Згідно з нашим розумінням поняття технології, остання покликана виявляти конкретні умови освітнього процесу та способи його організації (зокрема, методи, форми, засоби навчання та їх цілеспрямоване поєднання), тобто технологізація навчання передбачає проектування цього процесу та реалізацію проекту на основі досягнення намічених цілей (Андрєєв, Іваницький, Ткаченко, 2011).

Зазначена технологія була нами розроблена на прикладі пізнавальної діяльності у сфері фізичних основ енергозбереження. Значення цієї технології полягає, насамперед, у тому, що осмислення її підходів, принципів та ідей сприяє побудові майбутніми вчителями фізики власної педагогічної практики (або розробленню авторських педагогічних технологій).

Однією з необхідних умов ефективної організації інноваційної діяльності учнів є виконання вчителем своїх професійних функцій (мотиваційної,

організаційної, когнітивної, дослідницької, комунікативної) на кожному з етапів цієї діяльності. Зміст цих функцій, що підпорядковані освітнім цілям, залежить від змісту конкретного етапу учнівської інноваційної діяльності, для якої основними є такі етапи: вибір актуальної теми для майбутньої розробки; формулювання проблеми; пошук ідеї розв'язання проблеми; розроблення конструкції пристрою, що є розв'язком завдання; теоретичне дослідження запропонованого технічного рішення; розроблення й виготовлення діючої моделі; експериментальне дослідження діючої моделі; вивчення патентоспроможності розробки та отримання охоронних документів; апробація експериментального зразка в реальних умовах та впровадження розробленого технічного рішення в певній галузі; написання наукової роботи за результатами проведених досліджень; експертне оцінювання розробки; опублікування результатів.

У даній статті ми мали на меті виділити основні функції вчителя фізики на характерних етапах інноваційної діяльності учнів. Завдання дослідження полягало у виокремленні характерних етапів інноваційної діяльності учнів та з'ясуванні основних функцій вчителя на цих етапах.

**Методи та методики дослідження.** Для виявлення стану розробленості досліджуваної проблеми та визначення завдань дослідження нами було проведено аналіз і порівняння даних науково-методичної літератури, дисертаційних робіт та авторефератів, монографій. Розроблення технології організації квазіпрофесійної діяльності майбутніх учителів фізики здійснювалося з урахуванням аналізу авторської педагогічної діяльності та передбачало моделювання процесу підготовки майбутніх учителів фізики до організації інноваційної діяльності учнів.

**Результати та дискусії.** Зміст основних функцій вчителя розглянемо відповідно до прикладу конкретної реалізації інноваційної діяльності учнів, що мала місце під час створення авторського інноваційного продукту «Хвильова енергетична установка» (Хвильова енергетична установка, 2011). Робота була присвячена проблемі перетворення механічної енергії хвиль на поверхні водоймищ в електричну енергію. Далі наведено характерні етапи інноваційної діяльності учнів, що була пов'язана із зазначеною розробкою.

1. *Вибір актуальної теми для майбутньої розробки.* На цьому етапі дії вчителя пов'язані з вибором актуального напрямку дослідження, постановкою проблеми та формулюванням теми для майбутньої розробки. Основні функції вчителя на цьому етапі – *мотиваційна та організаційна*, пов'язані зі створенням інтересу учнів до певного тематичного напрямку та залученням учнів до інноваційного пошуку, відбором навчального матеріалу, що має бути засвоєний учнями. Наведемо зміст навчального матеріалу, який актуалізує вчитель, відповідно до нашого прикладу.

Впровадження альтернативних джерел енергії та енергоефективних технологій є важливим напрямом розв'язання проблеми енергозбереження. Багато країн зараз спрямовують зусилля на розвиток видобутку енергії з відновлюваних джерел. Одним з таких джерел є *хвилі* на поверхні водоймищ (океанів, морів, річок). Проблема їх використання є особливо актуальною для тих країн, що мають відповідні гідроенергетичні ресурси. Наприклад, у деяких країнах (Великій Британії, Норвегії, Португалії, США, Японії) уже діють промислові зразки хвильових електростанцій. Установки великої потужності використовуються для енергозабезпечення прибережних будівель і споруд. Установки малої потужності використовуються як джерело електроенергії для бакенів, маяків, буїв, а також для автономного енергозабезпечення океанографічних зондів і годівниць для розведення риби. Україна теж має гідроенергетичні ресурси, адже вона має вихід до Чорного і Азовського морів, а також повноводні річки (Дніпро, Дністер, Дунай, Південний Буг, Десна, Прип'ять тощо). Отже, розробка хвильових енергетичних установок є актуальною задачею.

2. *Формулювання технічного завдання.* У нашому прикладі технічне завдання було сформульовано у вигляді наступної винахідницької задачі.

*Задача «Хвильова енергетика».* Одним із видів альтернативних джерел енергії є *хвилі* на поверхні океанів, морів, повноводних річок. Для перетворення енергії хвиль у механічну чи електричну енергію існують чимало конструкцій *хвильових енергетичних установок*. Одним із перспективних варіантів їх використання є автономне енергозабезпечення бакенів (буїв) і маяків, які вказують напрямок руху

суднам. Проте хвильова енергетика розвивається доволі повільно через велику кількість технічних проблем, що виявляють себе при перетворюванні енергії хвиль. Серед них: розосередження енергії на великій площі, непостійне хвилевідтворення, низька швидкість руху хвиль при значній силі їх дії. Крім того, наявні хвильові енергетичні установки мають ще й конструктивні недоліки. *Виявіть ці недоліки та спробуйте їх усунути.*

Основна функція вчителя на цьому етапі – *організаційна*, пов'язана з формулюванням технічного завдання. Наведений методичний прийом – *задачний спосіб подання розв'язуваних фізико-технічних проблем* – дозволяє в подальшому використовувати сформульовану винахідницьку задачу як дидактичний засіб. Особливу цінність ці задачі мають для організації індивідуальної роботи зі студентами та позаурочної роботи з учнями.

3. *Пошук ідеї розв'язання цієї проблеми.* Основна функція вчителя на цьому етапі – *когнітивна*. Вчитель має спрямувати роботу учнів на проведення патентного пошуку, з'ясування недоліків та спільних ознак у пристроях аналогічного призначення. Пошук патентної інформації виконує також *виховну* функцію у процесі підготовки до інноваційної діяльності: остання набуває системного наукового характеру, в учнів (студентів) формується вміння здійснювати відбір інформації не лише для знаходження ідеї розв'язання, але й для методичного забезпечення етапів інноваційної діяльності, пов'язаних із комерціалізацією результатів.

Поштовхом до розроблення хвильової установки в нашому випадку була науково-популярна стаття академіка Г. Є. Павленка (Павленко, 1962). У ній описано цікавий випадок середини вісімнадцятого століття. Англійське китобійне судно випадково натрапило в полярних водах на мертвого кита. З корабля спустили шлюпку, щоб загарпунити кита. Однак, не зважаючи на всі зусилля веслувальників, шлюпка не змогла його наздогнати – мертвий кит, що коливався під дією хвиль, рухався швидше за човен! У згаданій статті Г. Є. Павленко наголошував на важливості практичного використання морських хвиль, а також запропонував власний варіант хвильового рушія – системи плавників, що встановлювалися зовні

корпуса судна, на його підводній частині. При наявності хвиль рушій збільшував силу тяги й разом зменшував качку судна.

Саме хвіст і плавники риби стали *природним прототипом* для гвинтового перетворювача енергії у створеній нами хвильовій енергетичній установці. Взявши за основу ідею обертання гнучких лопатей під дією потоку води (які можуть автоматично змінювати кут відхилення, мов риб'ячий хвіст), можна досягти підвищення коефіцієнта використання енергії водяного потоку, оскільки напрям обертання лопатевого гвинта не змінюється за зворотно-поступального руху установки як цілого.

4. *Розроблення конструкції пристрою або способу, що є розв'язком поставленого завдання.* На цьому етапі дії вчителя пов'язані з організацією конструкторської діяльності учнів, у процесі якої вони пропонують свої технічні рішення (конструкцію та принцип дії певного пристрою або способу). Основними функціями вчителя є *когнітивна* і *дослідницька*. Суть пристрою наведено у вигляді відповідної формули корисної моделі.

*Формула корисної моделі.* Хвильова енергетична установка, що містить гвинтовий перетворювач енергії, виконаний у вигляді лопатевого гвинта, з'єднаного муфтою з валом і через підвищувальний редуктор із генератором, кожух, плавучість, яка *відрізняється* тим, що додатково містить штангу, жорстко закріплену до плавучості; шток, шарнірно з'єднаний зі штангою; стійку, у якій у підшипниках установлений вал; кронштейн, який з одного боку прикріплено до штока, а з іншого – до стійки; концентратор потоку води з направляючими лопатками, що з'єднаний зі стійкою за допомогою тримачів; причому лопаті лопатевого гвинта є гнучкими та пружними й жорстко закріплені з одного боку на осях-спицях.

5. *Теоретичне дослідження запропонованого технічного рішення.* На цьому етапі основною функцією вчителя є *дослідницька*. У процесі теоретичного дослідження хвильової енергетичної установки членами експериментальної групи були проведені оцінні розрахунки робочих параметрів запропонованого технічного рішення. Зокрема, зроблено розрахунок механічної потужності установки залежно від площі, яку охоплює лопатевий гвинт, і параметрів хвиль (висоти й періоду); а

також розрахунок мінімального об'єму плавучості для забезпечення заданої потужності).

Для підготовки майбутніх учителів до організації цього етапу учнівської діяльності запропоновано наступний методичний прийом. Спочатку формулюється технічне завдання (задача), у якому визначається перелік основних робочих параметрів установки, які потрібно знайти. Після цього кожне з таких завдань студенти розбивають на низку більш простих фізичних задач, які потім розв'язують. Як приклад розглянемо таке завдання.

*Задача.* Оцінити механічну потужність  $N$  хвильової установки залежно від радіуса  $R$  лопатевого гвинта і параметрів хвиль (висоти  $h$  та періоду  $T$ ). Коефіцієнт використання потоку води  $\xi$ . Густина води  $\rho$ . *Вказівки:* 1) Знайти потужність  $N_0$  водяного потоку через ділянку площею  $S$ , що перпендикулярна до напрямку швидкості води  $v$ ; 2) врахувати, що не вся потужність потоку води перетворюється на механічну потужність лопатевого гвинта; 3) оцінити середню швидкість вертикального переміщення гвинтового перетворювача енергії на хвилях висотою  $h$  і періодом  $T$ . Врахувати, що використання штанги дозволяє збільшити цю швидкість у  $k$  раз.

*Вихідні дані для розрахунку:* середні параметри хвиль у Чорному морі: висота  $h = 1$  м, період  $T = 4$  с; радіус гвинта  $R = 0,5$  м; коефіцієнт використання потоку води  $\xi = 0,4$ ; густина води (наближене значення)  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>; коефіцієнт збільшення швидкості вертикального переміщення гвинта  $k = 2$ .

$$\text{Відповідь: } N = 4\pi\xi\rho k^3 \cdot \frac{R^2 h^3}{T^3} \approx 160 \text{ Вт.}$$

6. *Розроблення та виготовлення діючої моделі.* Важливість цієї складової інноваційної діяльності визначається не лише розвитком в учнів експериментальних умінь і набуттям досвіду відповідної діяльності. Зазвичай діюча модель має й дидактичне значення – її можна використовувати як демонстраційний пристрій у навчальному процесі. Діюча модель хвильової установки використовується нами при ознайомленні студентів та учнів з

питаннями, пов'язаними з альтернативною енергетикою. Основними функціями вчителя на цьому етапі є *організаційна* та *дослідницька*.

7. *Експериментальне дослідження діючої моделі*. Виготовлені діючі моделі запропонованих інноваційних продуктів дозволяють пояснити принцип дії відповідних технічних рішень, упевнитися в їх працездатності, експериментально перевірити результати відповідних розрахунків, а також зробити певні удосконалення в конструкції інноваційного продукту для його подальшого практичного використання (функція вчителя – *дослідницька*).

8. *Вивчення патентоспроможності розробки та підготовка матеріалів для отримання охоронних документів*. Оскільки результатами інноваційної діяльності є, зазвичай, оригінальні технічні рішення (зокрема, пристрої та способи), виникає необхідність у їх документальній фіксації. Таким охоронним документом є, наприклад, патент на винахід або корисну модель. Саме патент дозволяє констатувати наявність у технічного рішення об'єктивної новизни, а це вже вказує на справжню «інноваційність» цього творчого продукту. Необхідною складовою отримання такого документа є написання заявки на видачу патенту – підготовленого за встановленою формою опису конструкції та принципу дії запропонованого технічного рішення. Основною функцією вчителя на цьому етапі є *організаційна* та *когнітивна*. Новизна інноваційного продукту «Хвильова енергетична установка» підтверджена документально (патент України № 59023).

9. *Апробація експериментального зразка в реальних умовах і упровадження розробленого технічного рішення*. Вчитель має визначити комплекс заходів з організації апробації та впровадження розробки (головна функція вчителя на цьому етапі – *організаційна*). Передбачуваними галузями застосування розглянутої хвильової енергетичної установки є виробництво електричної енергії та навчальний процес з фізики. Розглянемо їх докладніше.

*Виробництво електричної енергії*. Запропонована конструкція хвильової енергетичної установки шляхом використання гвинтового перетворювача енергії з гнучкими лопатями дозволяє перетворювати енергію хвиль водоймищ в електричну енергію з порівняно високим ККД цього перетворення завдяки

спрощеному механізму відбору механічної енергії хвиль і має відносно низьку матеріалоемність. Найперспективніші напрямки застосування цієї розробки в *галузі виробництва електроенергії* ми пов'язуємо з використанням як:

- автономне (портативне) джерело струму для туристичних походів (наприклад, для підзарядки мобільних телефонів і фото/відео камер);
- джерело електроенергії для буїв, бакенів та маяків, а також для енергозабезпечення океанографічних зондів та годівниць для розведення риб;
- додаткове джерело електроенергії для мешканців прибережних районів;
- пристрою для гасіння бортових коливань маломірних суден.

Розробка також виявляє й *дидактичну цінність*. Адже навчальну модель хвильової енергетичної установки можна використовувати в навчальному процесі з фізики як наочний засіб для демонстрації перетворення механічної енергії хвиль в електричну. Перед безпосереднім ознайомленням учнів із конструкцією моделі хвильової електростанції (таке ознайомлення можна провести під час вивчення теми «Закони збереження в механіці») вчитель має привернути їх увагу до аналізу самого джерела енергії – морських та річкових хвиль. Наприклад, можна розглянути фізичні основи утворення хвиль на поверхні водоймищ. Слід також указати на передумови використання хвильових енергетичних установок. Адже проблема використання енергії хвиль є особливо актуальною для тих країн, які мають відповідні гідроенергетичні ресурси.

10. *Підготовка науково-дослідних робіт.* Важливою організаційною формою навчання фізики у школі є творчі конкурси фізико-технічного спрямування (від шкільних до всеукраїнських і міжнародних). Необхідною умовою участі в більшості з них є підготовка *науково-дослідних робіт* (що мають відповідати встановленим вимогам), виступів, презентацій. Як приклад наведемо теми двох учнівських робіт, які виконані за матеріалами розглядуваної розробки: «Хвильова енергетична установка з гвинтовим перетворювачем енергії» та «Хвильова енергетична установка для електропостачання світлосигнальних навігаційних пристроїв». Участь учнів у конкурсах сприяє, окрім іншого, розширенню їх світогляду, формуванню в них уміння грамотно й чітко висловлювати думки,



обґрунтовувати свою точку зору, брати участь у дискусії. Організація підготовки учнів до участі в цих заходах є важливим завданням учителя (його основна функція на цьому етапі – *організаційна та мотиваційна*). Для розв’язання цього завдання майбутній вчитель сам має набувати досвід участі в подібних заходах (у конкурсах, наукових конференціях тощо).

11. *Експертне оцінювання розробки.* Оцінювання інноваційного продукту «Хвильова енергетична установка» відбувалося шляхом його представлення співавторами на всеукраїнських і міжнародних конкурсах та виставках:

– *Міжнародний конкурс науково-технічної творчості школярів Intel ISEF–2011* (м. Лос-Анджелес, штат Каліфорнія, США). Розробка посіла *призове IV місце* в секції «Виробництво і передача енергії»;

– *VIII Міжнародний Салон винаходів та нових технологій «Новий час»* (2012 р., м. Севастополь). У межах цієї виставки відбувся *VII Міжнародний етап конкурсу молодіжних інновацій та розробок «Новий час»*. Розробка-винахід «Хвильова енергетична установка з гвинтовим перетворювачем енергії» відзначена *золотою медаллю* та офіційним призом Салону «Морські технології»;

– *Міжнародна Варшавська виставка-ярмарок розробок винахідників та раціоналізаторів – 2012* (м. Варшава, Польща). На цьому конкурсі-виставці робота також була відзначена *золотою медаллю*;

– *Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів – членів МАН України* (державний етап МАН 2012 р., м. Київ). Робота «Хвильова енергетична установка для електропостачання світлосигнальних навігаційних пристроїв» була відзначена *дипломом другого ступеня*.

Отже, є підстави стверджувати, що створений інноваційний продукт «Хвильова енергетична установка» знайде своє застосування в галузі виробництва електричної енергії, а її модель може бути використана в навчальному процесі з фізики для вивчення матеріалу, пов’язаного з енергозбереженням, екологічно безпечними технологіями. Саме впровадження винаходу є необхідною умовою, що дозволяє називати його інноваційним продуктом. Основні функції вчителя на етапі впровадження – *організаційна та комунікаційна*.

12. *Опублікування результатів.* Зазвичай цей етап відбувається вже після того, як проведено апробацію експериментального зразка (діючої моделі) та отримано охоронний документ (патент або рішення про його видачу), що засвідчує новизну розробки. Основна функція вчителя на цьому етапі роботи – *організаційна*. Підготовка до цього етапу має важливе значення для студентів, оскільки вміння підготувати наукову статтю за результатами власних досліджень є необхідним елементом їх фахової підготовки. На початковому етапі їм можна доручати зробити аналіз літературних джерел для ознайомлення з певною проблемою; провести патентний пошук для виявлення аналогів і прототипу передбачуваного винаходу з виділенням їх недоліків; виконати креслення, рисунки тощо. На наступному етапі студентів слід навчати чіткому й логічному формулюванню фрагментів статті, робити висновки. Як показали наші спостереження, ці вміння успішно розвиваються саме в тих студентів, які вже мали досвід оформлення заявок на патент.

Слід зазначити, що виокремлені нами етапи роботи над створенням інноваційного продукту є умовними. Послідовність їх реалізації на практиці теж дещо відрізняється. Залежно від конкретної розробки відрізняється й рівень безпосередньої участі учнів у кожному з цих етапів. Зрозуміло також, що далеко не всі технічні рішення можна довести до рівня відповідних патентів.

**Висновки.** Функції, що виконує вчитель у процесі організації інноваційної діяльності учнів з фізики, підпорядковані освітнім цілям і залежать від змісту конкретного етапу учнівської інноваційної діяльності. Основними функціями вчителя є: *мотиваційна* та *організаційна* – на етапах: вибору актуальної теми для майбутньої розробки; формулювання технічного завдання; *організаційна, когнітивна, дослідницька* – на етапах: пошуку ідеї розв’язання проблеми; розроблення конструкції пристрою (способу), що є розв’язком завдання; теоретичного дослідження запропонованого технічного рішення; розроблення й виготовлення діючої моделі; експериментального дослідження діючої моделі; вивчення патентоспроможності розробки та отримання охоронних документів (зокрема, патенту на корисну модель або винахід); *мотиваційна, організаційна, комунікаційна* – на етапах: апробації експериментального зразка в реальних умовах

та впровадження розробленого технічного рішення в певній галузі; написання наукової роботи за результатами проведених досліджень; експертного оцінювання розробки; опублікування результатів.

Пріоритетні напрями подальшої роботи пов'язані зі створенням навчально-методичного забезпечення для майбутніх учителів фізики, що ґрунтується на розглянутій моделі хвильової установки.