

### Візуалізація основних технічних явищ робочих машин у технічних рішеннях з конструктора LEGO

**Анотація.** У статті розглянуто вирішення проблеми візуалізації технічних образів, необхідних для ефективного сприйняття учнями та студентами педагогічних вищих навчальних закладів основних технічних явищ приводу робочих машин. Запропоновано аналізувати відеофільми про конструювання технічних пристроїв за допомогою механічного конструктора. Шляхом розкриття суті сюжету відеофільму актуалізуються його епізоди, на основі яких доцільно розробляти сюжетні навчальні завдання. Технічні образи основних технічних явищ приводу робочих машин будуть виконувати функцію смислових опор процесу розв'язання сюжетних навчальних завдань.

**Ключові слова:** основні технічні явища, привод машини, технічні образи, механічний конструктор, аналіз відеофільмів.

**Abstract.** The article considers the solution to the problem of visualization of technical images, necessary for the effective perception by pupils and students of pedagogical higher educational institutions of the main technical phenomena of the drive of working machines. It is proposed to analyze video films about the construction of technical devices with the help of a mechanical designer. By revealing the essence of the plot of the video film, its episodes are updated, on the basis of which it is expedient to develop plot educational tasks. Technical images of the main technical phenomena of the drive of working machines will perform the function of semantic supports of the process of solving story educational tasks.

**Keywords:** basic technical phenomena, machine drive, technical images, mechanical designer, analysis of video films.

**Постановка наукової проблеми.** Технічна грамотність є складовою фахової компетентності майбутніх учителів трудового навчання та технологій. Однак, не дивлячись на більш чим піввікову історію її формування в процесі трудового навчання, так і не було вирішене питання змісту навчального матеріалу, на основі якого буде сформована загальна технічна грамотність майбутнього вчителя. Більшість спроб відібрати навчальний матеріал для метатехнічних знань школярів та студентів педагогічних закладів вищої освіти (ЗВО) зводилась лише до обґрунтування систем технічних знань, які на практиці складно було реалізувати через невисокі рівні їх вертикальних і горизонтальних міжпредметних зв'язків. Відповідно проблема змісту метатехнічних знань загальної технічної грамотності майбутніх вчителів трудового навчання та технологій залишається відкритою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Існують такі основні підходи до формування технічної грамотності учнів: політехнічний (Д. Тхоржевський), машинознавчий (В. Сидоренко, В. Юрженко), інженерний (В. Курок). Зміст навчального матеріалу в політехнічному підході Д. Тхоржевського відбирався з функціонально-морфологічного опису того, чи іншого верстату зі шкільної майстерні, наприклад, свердлильного. В основі машинознавчого підходу використання класифікації машин за характером взаємодії з предметом праці на робочі (технологічні, транспортні, транспортуючі), енергетичні та інформаційні. Суть інженерного підходу полягала у формуванні переконаності обґрунтованості технічних рішень за допомогою інженерних розрахунків. Однак жодний з відмічених підходів не був забезпечений повноцінними міжпредметними зв'язками та не формував метатехнічні знання в учнів та студентів педагогічних ЗВО.

**Мета і завдання статті.** Мета статті полягає в розкритті засобів формування образного компоненту загальної технічної грамотності студентів. Для досягнення мети були поставлені завдання аналізу сюжетів відеофільмів конструювання за допомогою механічного конструктора LEGO та розробки відповідних навчальних завдань.

**Виклад основного матеріалу.** Потребу майбутніх учителів технологій у технічній

грамотності, як правило, не обговорюють та вважають апіорною істиною. Звісно, що це так, бо будь-яка технологія заснована на використанні тих чи інших технічних пристроїв. Але специфіка змісту технічних знань та специфіка змісту роботи вчителя мають узгоджуватися, однак цього узгодження практично не існує. Вказане протиріччя є рушієм досліджень, спрямованих на пошук підходів до його розв'язання.

На практиці формування технічної грамотності майбутніх учителів технологій розглядається як складова компетентності конструктора-машинобудівника, за аналогією змісту технічної підготовки майбутніх інженерів. Між усіма навчальними дисциплінами технічного спрямування в змісті підготовки майбутнього вчителя технологій є конкретні міждисциплінарні зв'язки та їх реалізація на четвертому курсі в курсовій роботі, предметом навчальної діяльності в якій є проектування редуктора у приводі робочої машини. Вибір редуктора в якості об'єкта проектування не є випадковим. Редуктор – це базовий вузол механічного приводу будь-яких робочих машин. Також він є технічним пристроєм, в якому одночасно реалізовані три основні технічні явища техносфери – це передача механічного руху на відстань, зміна кінематичних параметрів механічного руху, зміна силових параметрів механічного руху.

Характерно, що не лише для механічного приводу робочих машин, але й для будь-якого іншого виду приводу вказані технічні знання є базовими, що підтверджує їх статус як метатеchnічних [4]. Наприклад, в гідравлічному приводі робочих машин механічний рух передається потоком робочої рідини, а зміна кінематичних і силових параметрів механічного руху відбувається завдяки зміні витрати робочої рідини.

Т. Кудрявцевим було обґрунтовано трикомпонентний склад технічного мислення людини, зокрема, поняттєвий, образний і діяльнісний компоненти [1]. Відповідно поняттєвий компонент формується завдяки обґрунтованого вибору базових понять з певної галузі техніки, образний компонент формується завдяки демонстрації морфології складових елементів технічних пристроїв, а діяльнісний компонент – завдяки практичного використання теоретичних знань для розв'язування різних видів технічних задач.

Основними засобами формування образного компоненту технічного мислення майбутніх учителів технологій є креслення, кінематичні схеми, технічні рисунки, фотографії, зразки деталей загальномашинобудівного призначення, моделі типових механічних передач, навчальні фільми. Ефективне читання креслень і кінематичних схем можливе у випадку сформованості в студентів відповідних знань і вмінь читати креслення та схеми, тоді як технічні рисунки та фотографії не вимагають наявності спеціальних вмінь, але будуть малоінформативні, якщо в студентів відсутні знання морфології елементів технічних пристроїв. Моделі типових механічних передач є цінним дидактичним засобом, бо формують не лише технічні образи, але й власний досвід інтерактивної взаємодії з ними. Однак нині моделі необхідно виготовляти, бо їх промислове виробництво відсутнє. Також значним недоліком наявних в навчальних кабінетах моделей механічних передач, виготовлених на заводі ще в минулому столітті, є відсутність функції трансформації структури, що знижує їх дидактичні властивості та ефективність використання в навчальному процесі. Усунути вказаний недолік вдалося в різноманітних механічних конструкторах, наприклад, таких брендів як LEGO, Fischertechnik, Engino, Meccano та інших, а також конструкторах серії STEM. Основним недоліком механічних конструкторів є обмежена кількість конструктивних елементів у наборі конструктора та, відповідно, обмежена кількість комбінацій технічних рішень [2].

Усунути цей недолік можуть відеофільми про конструювання за допомогою механічних конструкторів, які наявні на популярному відеохостингу You Tube. Разом із тим відеофільми, представленні на You Tube, в переважній більшості не створені як навчальні. Тому перед викладачами виникає завдання перетворення їх на необхідні для конкретної мети дидактичні засоби. Нами було поставлена задача використати три відеофільми з You Tube [5; 6; 7] з механічним конструктором Lego як дидактичні засоби для формування в студентів технічних

образів, що ілюструють три технічних явища в приводі робочих машин (передача механічного руху на відстань, зміна кінематичних параметрів механічного руху і зміна силових параметрів механічного руху).

Аналіз відеофільму починають із його сюжету, зрозуміти який можна лише після перегляду. Розуміння сюжету відеофільму дозволяє сформулювати гіпотезу щодо мети створення відеофільму його автором. Знаючи мету відеофільму, порівняно нескладно підібрати навчальні цілі, які можна реалізувати на власних заняттях, використовуючи відеофільм для створення технічних образів у студентів. Так як ми жорстко прив'язані до сюжету відеофільму природно, що всі навчальні завдання будуть ситуативними. Тут важливим є обґрунтованість вибору найбільш ефективним методів навчання. Арсенал методів навчання на основі ситуативних завдань із сюжетів відеофільмів ми обмежили бесідою (евристичною або наративною), методом проблемних ситуацій, задачним методом (задачі на визначення кількісних характеристик механічних передач).

У відеофільмі [5] автор ставив завдання актуалізувати в глядачів поняття гугол ( $10^{100}$ ) та показати, як це поняття використати на практиці при роботі з механічним конструктором LEGO. Продовж фільму послідовно з'єднують різні види механічних передач, досягнувши мети, – передаточного числа в один гугол, після декількох десятків послідовно з'єднаних механічних передач. Ми пропонуємо декілька навчальних завдань, розроблених на основі сюжету вказаного відеофільму, зокрема: евристичні бесіди про просторову передачу механічного руху між валами різних видів механічних передач, кількісні і якісні технічні задачі на аналіз технічного явища зміни кінематичних параметрів механічного руху в окремих видах механічних передач і в агрегатах із декількох механічних передач та основне навчальне завдання (візуальне підтвердження зміни кінематичних параметрів механічного руху за допомогою механічних передач). Основне навчальне завдання пропонується у проблемному виді. За сюжетом після послідовного з'єднання великого числа механічних передач встановлюється фігурка бога торгівлі Меркурія як «робочого органу» і видно, що він нерухомий, бо очікує, коли до нього нарешті дійде механічний рух. Проблемну ситуацію може створити така умова проблемного завдання: «Ми бачимо, що електричний двигун працює та найближчі до нього механічні передачі передають рух. Однак, чому стоять переважна більшість механічних передач? Через скільки годин фігурка бога торгівлі Меркурія почне рухатися?».

У відеофільмі [6] автор використав, на нашу думку, концепцію відображення в сюжеті багаторазової зміни напрямку передачі механічного руху та перетворення обертального руху в поступальний і навпаки відомого майстра технічної карикатури Вільяма Хіт Робінсона. При використанні цієї концепції для створення технічних рішень з компонентів механічного конструктора намагаються створювати такі комбінації, при яких механічний рух постійно змінює свій напрям та параметри швидкості, а в кінцевому результаті фігурка того ж бога торгівлі Меркурія має можливість здійснювати обертальний рух у досить широкому діапазоні частот обертання (передаточне число від 1 до 40). До даного відеофільму, як і до попереднього, створюються різні види навчальних завдань, основне з них також проблемне. Проблемне завдання може мати таку умову: «У кінці відеофільму ми бачимо інтегральне технічне рішення багаторазової зміни напрямку вектору передачі механічного руху в просторі – пристрій складної конструкції. Визначити скільки разів вектор передачі механічного руху змінював свій напрямок від електродвигуна до фігурки Меркурія?».

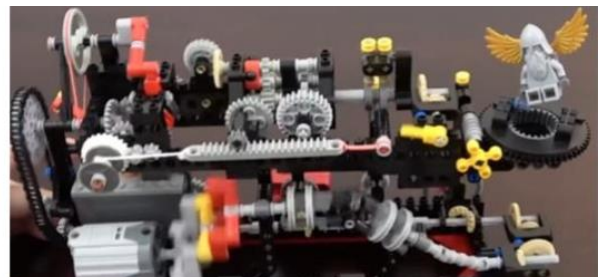
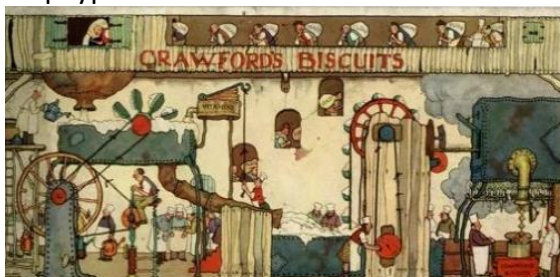


Рис. 1. Зразки концепції зображення явища передачі механічного руху  
Вільяма Хіт Робінсона, зліва направо: авторська реалізація; реалізація за допомогою  
механічного конструктора [3; 6]

У відеофільмі [7] автор ставив завдання візуалізації технічного явища зміни силових параметрів механічного руху в приводі машини. Базовим модулем була черв'ячна передача, відповідно всі трансформації, пов'язані з технічним явищем зміни силових параметрів механічного руху були пов'язані з ним. Зокрема комбінувалися число зубів черв'ячного колеса та паралельне і послідовне з'єднання двох модулів. На виході приводу був установлений динамометр, за допомогою якого фіксувалися числові значення сили тяги. Двигун створював тягове зусилля 3 кг, а комбінацією модулів його доводили до 35 кг (послідовне з'єднання модулів). До даного відеофільму, як і до попередніх, створюються різні види навчальних завдань, основне з них також проблемне. Проблемне завдання може мати такі умови: «Чому під час трансформацій модулів при досягненні певного тягового зусилля електродвигун зупиняється?» або «Як пояснити пластичну деформацію валу при послідовному з'єднанні модулів?».

**Висновки.** При виборі базових технічних понять загальної технічної грамотності учнів та студентів важливе їх сприйняття на рівні технічних образів. Візуалізації технічних явищ у природі робочих машин порівняно легко досягти шляхом конструювання технічних пристроїв за допомогою механічного конструктора LEGO. При відсутності механічного конструктора основними дидактичними засобами будуть відеофільми про конструювання технічних пристроїв за його допомогою. Проаналізовані відеофільми дозволяють розробити інструкції до трьох практичних занять, метою яких буде формування в учнів та студентів педагогічних ЗВО технічних образів, пов'язаних з основними технічними явищами в приводі робочих машин.

#### Список використаних джерел:

1. Гильбух Ю.З. Что такое техническое мышление? *Трудовое обучение*. 1986. № 6. С. 27-32.
2. Allan Bedford The unofficial LEGO builder's guide. San Francisco, CA: No Search Press, 2005. 344 p.
3. Get a close look at Heath Robinson's intricate contraptions. *Creative Blog*: веб-сайт. URL: <https://www.creativebloq.com/illustration/william-heath-robinson-exhibition-101517339> (дата звернення: 05.10.2022).
2. Ivanchuk Anatolii, Zuziak Tetiana, Marushchak Oksana, Matviichuk Anatolii, Solovei Viktor. Training Pre-Service Technology Teachers to Develop Schoolchildren's Technical Literacy. *Problems of Education in the 21st Century*. 2021. V. 79, № 4. P. 554-567.
3. Making a googol: 1 reduction with LEGO gears. *Brick Experiment Channel*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=QwXK4e4uqXY> (дата звернення: 01.10.2022).
4. 20 Mechanical principles combined in a useless LEGO mashine. *Brick Experiment Channel*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=M1-YeqGynlw> (дата звернення: 01.10.2022).  
Testing LEGO worm gear high torque performance. *Brick Experiment Channel*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=8rc-gpo3auQ> (дата звернення: 01.10.2022).