

УДК 371.33

DOI: 10.32342/2522-4115-2023-1-25-4

**І.І. КОЗИНЕЦЬ,**

*кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри філософії і педагогіки, Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка» (м. Дніпро)*

**О.П. ТРОФИМОВА,**

*старший викладач кафедри транспортних та енергомеханічних комплексів,  
Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро)*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЯСНЮВАЛЬНО-ІЛЮСТРАТИВНОГО МЕТОДУ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕРМОДИНАМІКА» ЗА НАВЧАЛЬНИМ ПЛАНОМ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 184 ГІРНИЦТВО**

У статті розглянуто використання пояснювально-ілюстративного методу навчання під час викладання навчальної дисципліни «Термодинаміка» за навчальним планом підготовки бакалаврів спеціальності 084 Гірництво. Основну увагу приділено такому аспекту, як актуальність та ефективність пояснювально-ілюстративного методу навчання в сучасній освіті, з урахуванням розширення меж та можливостей відображення термодинамічних понять, процесів, методів термодинамічного аналізу із застосуванням ІКТ.

Проаналізовано особливості та характеристики пояснювально-ілюстративного методу навчання. Розглянуто переваги зазначеного методу під час викладання та опанування великого обсягу навчального матеріалу для структурування інформації та окреслення взаємозв'язку понять дисципліни «Термодинаміка». Розглянуто приклади графічного та схематичного зображення деяких понять термодинаміки, які наочно відображають взаємозв'язок між новими поняттями та раніше засвоєними, дозволяють подати схематично математичні залежності. Графічне відображення понять дає можливість студентів сформулювати комплекс знань щодо використання того чи того параметра. Наведено перелік основних діаграм, які використовуються студентами під час розв'язування прикладних задач перетворення енергії, зокрема в теплоенергетичних системах і установках гірничих підприємств. Зазначено важливість одночасного поєднання усного пояснення з ілюстраціями, схемами, діаграмами для опанування навчальної дисципліни «Термодинаміка».

Визначено, що пояснювально-ілюстративний метод навчання є зручним у випадку, коли необхідно в стислих часових межах донести великий обсяг навчального матеріалу. Його використання виправдане при засвоєнні усталених понять, фактів, законів. Зроблено висновки про те, що на лекційних заняттях з дисципліни «Термодинаміка» саме пояснювальний метод разом із наочними засобами навчання виконує важливу роль, оскільки дисципліна «Термодинаміка» є фундаментом багатьох спеціальних дисциплін для спеціальності 084 Гірництво.

*Ключові слова: методи навчання, пояснювально-ілюстративний метод, термодинаміка, наочність, графічне зображення, ефективність навчання.*

**П**остановка проблеми в загальному вигляді. Для спеціальності 184 Гірництво дисципліна «Термодинаміка» має тісні міжпредметні зв'язки з такими освітніми компонентами, як «Енергомеханічні комплекси гірничого виробництва», «Пневматичні установки гірничих підприємств», «Установки для кондиціювання повітря», «Енергозбереження на гірничих підприємствах». Мета дисципліни – формування знань з го-

ловних понять, законів та методів термодинаміки, навичок застосування їх до розв'язання прикладних задач перетворення енергії, зокрема в теплоенергетичних системах і установках гірничих підприємств. Під час вивчення дисципліни студент розвиває вміння аналітично розв'язувати інженерні задачі з перетворення енергії на основі чіткого розуміння термодинамічних понять, законів та навчається застосовувати їх для визначення ефективності термодинамічних циклів теплових двигунів та теплоенергетичних установок. У сучасному закладі освіти ефективність навчання залежить від вміння викладача обирати ефективний метод навчання у визначених умовах для певного заняття.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методи навчання – це способи цілеспрямованої двосторонньої взаємодії викладача і студентів, спрямованої на розв'язання навчальних завдань [І. Мазур, А. Озірський, 2011, с. 86]. Один із методів навчання відповідно до характеру пізнавальної діяльності студентів щодо засвоєння змісту навчання за І. Лернером та М. Скаткіним – пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) [Л. Терлецька, 2014, с. 194]. Його сутність полягає в тому, що інформація подається по-різному, організовуються дії студентів з предметом вивчення, а знання сприймаються, усвідомлюються й запам'ятовуються [І. Мазур, А. Озірський, 2011, с. 86]. У навчальному посібнику [І. Малафіїк, 2005, с. 228] особливість даного методу визначена як подання змісту навчання на рівні розуміння. Фундаментом його є психологічні закономірності опанування інформацією, сутність яких у сприйнятті навчального матеріалу та формуванні на цій основі асоціацій.

**Виклад основного матеріалу.** Пояснювально-ілюстративний метод навчання рекомендується для забезпечення розуміння здобувачами освіти змісту навчального матеріалу. Розуміння – це процес, у ході якого здобувач уловлює зв'язок невідомого з відомим, підводить невідоме поняття під вже відоме, може порівнювати невідоме з відомим знанням, а не тільки з результатом сприйняття. Наприклад, на лекційному занятті з дисципліни «Термодинаміка» вивчається тема «Цикл Карно». Викладач пропонує розглянути спочатку визначення поняття «цикл Карно». Як відомо, це термодинамічний цикл, що складається з послідовності двох адіабатних та двох ізотермічних процесів. У такий спосіб поняття «цикл Карно» підводиться під поняття «термодинамічний цикл», «адіабатний процес» та «ізотермічний процес», «абсолютна температура» та «ентропія», які вивчалися на попередніх заняттях (табл. 1). Якщо студент розуміє згадані визначення понять, то він, почувши визначення циклу Карно, зможе з'ясувати, на якій із запропонованих графічних  $T$ - $s$  залежностей наведено цикл Карно, та розкрити складники поняття циклу Карно окремо.

Графічне відображення зазначених понять дозволяє студенту структурувати інформацію, побачити обсяг навчального матеріалу в цілому, а не як відокремлені теми, взаємопов'язати поняття між собою, створити комплекс знань щодо використання того чи того параметра.

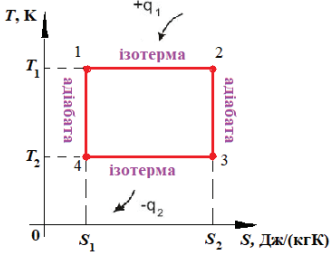
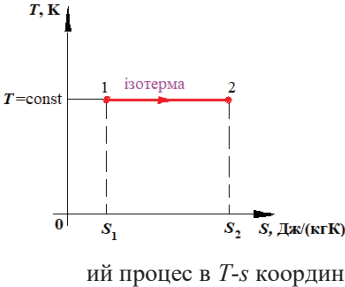
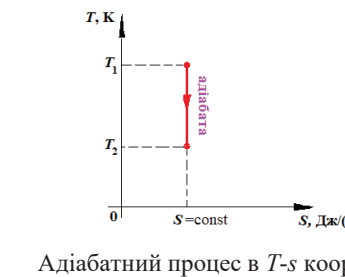
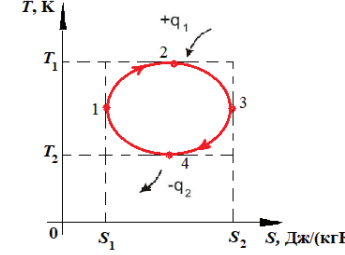
До того ж, якщо студент наводить свої приклади, які ілюструють зміст теми, або може зміст матеріалу перевести зі словесної у табличну чи графічну форми, записати залежності у вигляді формул, можна дійти висновку про розуміння ним навчального матеріалу. Наприклад, поняття «ентальпія» – сума внутрішньої енергії і потенціальної енергії тиску газу. Якщо студент може записати словесне визначення поняття ентальпії у вигляді формули:  $I = U + pV$ , робимо висновок, що він зрозумів раніше розглянуті поняття «внутрішня енергія», «тиск», «об'єм».

Треба зазначити, що навчання дисципліни «Термодинаміка» полягає в послідовній генерації відокремлених понять, понять визначеної теми, і надалі, під час подальшого засвоєння, формується система понять. Запорукою успішності в цьому процесі є встановлення зв'язку нового поняття, що пояснюється, із іншими, тими, які до цього вивчалися здобувачами [Р.Д. Бухарова, 2018].

Оскільки метод навчання в руках викладача – своєрідний шлях досягнення освітніх цілей, то викладач повинен одержувати оперативну інформацію щодо рівня досягнення цих цілей, робити оцінку запланованого й отриманого результату та своєчасно вносити корективи за наявною в нього діагностичною інформацією (наприклад, за результатами розв'язання студентами задач) [І. Малафіїк, 2005, с. 229].

Таблиця 1

Графічне зображення поняття «цикл Карно»

Поняття, що розглядається	Раніше розглянуті поняття, під які підводиться нове поняття
 <p>Цикл Карно в <math>T</math>-<math>s</math> координатах</p>	<p>Раніше розглянуті поняття, під які підводиться нове поняття</p>  <p>Ізотермічний процес в <math>T</math>-<math>s</math> координатах</p>  <p>Адіабатний процес в <math>T</math>-<math>s</math> координатах</p>
	 <p>Довільний термодинамічний цикл в <math>T</math>-<math>s</math> координатах</p>

За пояснювально-ілюстративним методом педагог налагоджує сприйняття та усвідомлення студентами наданої інформації, а студенти працюють над її засвоєнням, осмисленням і запам'ятовуванням. Тому слід формувати певне коло уявлень щодо дисципліни «Термодинаміка», організувати сприймання чітко поданої інформації, послуговуючись принципами наочності, доступності, систематичності та послідовності. Засобами, необхідними для цієї діяльності, є креслення, схеми, діаграми, підручники тощо. Як результат у студента формується коло знань і уявлень, що створюють орієнтовну основу для подальшого засвоєння дисципліни.

До пояснювально-ілюстративного методу належать: пояснювально-ілюстративна лекція (з виписуванням основної думки, конспектуванням, складанням схем, діаграм, графіків, таблиць тощо); лекція-візуалізація (наприклад, пояснення за допомогою позначок, формул, графіків, знаків); ілюстрації (рисунок, діаграма, схема), що поєднуються зі словесними методами; метод пояснення з повтором. Наприклад, при вивченні понять «атмосферний тиск  $p_0$ », «абсолютний тиск  $p$ », «надлишковий тиск  $p_{ндл}$ » і «вакуумметричний тиск  $p_{в}$ », окрім надання формулювання та розрахункових формул, для наочності можна подати графічне зображення початків відліку тиску, що сприяє кращому розумінню нових понять (рис. 1).

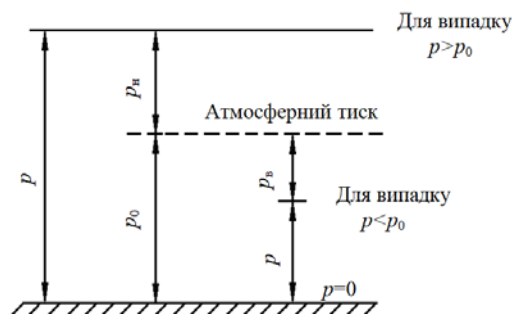


Рис. 1. Графічне зображення початків відліку тиску

Наприклад, для візуалізації першого закону термодинаміки, який розкриває перетворення енергії, кожний термодинамічний процес окремо доцільно подати за допомогою схеми енергобалансу (рис. 2).

Задля сприяння підвищенню пізнавальної активності студентів під час викладання важливих питань на лекціях з термодинаміки пропонується така послідовність: спочатку надається інформація, здобувачі слухають, але не записують; надалі викладач дає відповіді на запитання та пропонує студентам самостійно занотувати наданий матеріал. Дехто робить записи, дехто – ні, бо ще не усвідомлює, що записати, і таких зазвичай переважна більшість, оскільки на даному етапі вони перебувають лише на рівні первинного сприйняття. Далі для пояснення використовується метод повторення, і тепер уже увага слухачів підвищується, оскільки інформація для кожного набуває характеру індивідуальної зацікавленості. На завершальному етапі студентам диктують під запис найважливіші аспекти навчального матеріалу. Акцентуємо на тому, що на лекційних заняттях з термодинаміки саме пояснювальний матеріал відіграє важливу роль, оскільки «Термодинаміка» є фундаментом для вивчення багатьох спеціальних дисциплін у технічному університеті.

Таблиця 2

Схеми енергобалансу Першого закону термодинаміки

$q = \Delta u + l$		
Для ізобарного процесу		
Для ізохорного процесу		
Для ізотермічного процесу		
Для адіабатного процесу		

Важливо одночасно поєднувати усне пояснення з ілюстраціями, схемами, діаграмами. Для формування пізнавального образу об'єкта вивчення зазначене поєднання одночасно призводить до активності як лівої, так і правої півкуль головного мозку. Встановлення зв'язків між поняттями, порівняння відомого з невідомим дає студентам можливість зрозуміти та сприйняти почутий матеріал. Тому дії студентів треба спрямовувати на те, щоб дещо пригадати, відновити й оживити ці зв'язки. До прикладу – можна повторити матеріал минулого заняття, який буде використовуватися при вивченні нової теми [І. Малафійк, 2005, с. 229–231].

Невід'ємною частиною вивчення дисципліни «Термодинаміка» є демонстраційні таблиці, діаграми, оскільки саме через них можна швидко засвоїти закономірності термодинамічних процесів ідеальних та реальних газів, цикли паросилових установок, двигунів внутрішнього згоряння, газотурбінних та газопоршневих установок [G. Karman et al., 2020; Yu.I. Oksen, O. Trofymova, O. Bobryshov, A. Lukisha, V. Pryvalov, 2019, p. 90–93].

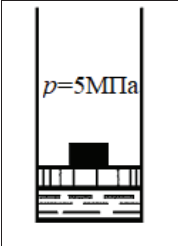
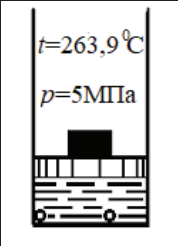
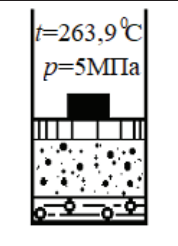
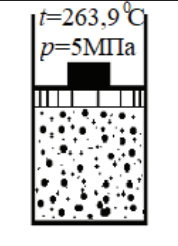
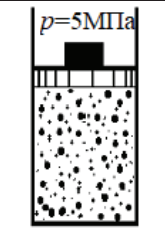
Обчислення характеристик вологого повітря й досліджень, пов'язаних із ним термодинамічних процесів, стають значно простішими та наочнішими при використанні *l-d*-діаграми вологого повітря; застосування *i-s*-діаграми суттєво спрощує термодинамічні розрахунки з водяною парою; для дослідження паросилових і холодильних установок, забезпечуючи найбільш наочне зображення процесів, зручно послуговуватися *T-s*-діаграмами, *p-i*-діаграмами, типовими фазовими діаграмами. Треба зауважити, що, наприклад, для визначення параметрів холодоагенту в характерних точках циклу холодильних установок розроблено спеціальні комп'ютерні програми, які дозволяють за вихідними даними отримати необхідні значення. Між тим саме для того, щоб наочно уявити, які процеси входять до циклів паросилових і холодильних установок, на якому етапі і як змінюються параметри хладагенту, як змінюється його агрегатний стан, доцільно з навчальною метою методично досліджувати діаграми, вибудовувати термодинамічні цикли установок «вручну». На діаграмах, графіках студент швидше може знайти мінімальне чи максимальне значення параметрів робочого тіла, аніж за теоретичними розрахунками. Графіки дозволяють вносити ясність та однозначність у надану інформацію, акцентувати увагу на тих чи тих моментах теплових перетворень, за їх допомогою зручніше отримувати дані щодо взаємозв'язків між параметрами.

Із цією метою доцільно також використовувати таблиці різних видів: ілюстративні, графічні, цифрові, текстові. Наочне подання функціональних залежностей у термодинамічних процесах призводить до більш фундаментального засвоєння і розуміння навчального матеріалу та формування у студентів навичок логічного мислення при аналізі зазначених процесів.

Ілюстративні таблиці складаються з ряду окремих рисунків, невеликих картинок, що супроводжуються коротким пояснювальним текстом. За їх допомогою може бути показаний послідовний розвиток будь-якого явища, процесу, взаємозв'язок і співвідношення параметрів, групування їх за певним принципом. Наприклад, схематичне зображення процесу пароутворення при постійному тиску, де послідовно подаються зображення фазових переходів із одного стану в інший у супроводі з лаконічними поясненнями стосовно змінних величин та їх числових значень (табл. 3).

Таблиця 3

Схематичне зображення процесу пароутворення та фазових переходів з одного стану в інший

				
Рідина	Кипляча рідина	Волога пара	Суша насичена пара	Перегріта пара (газ)

Графічні таблиці містять схеми, діаграми, що супроводжуються коротким текстовим або цифровим матеріалом (наприклад, графічне зображення термодинамічних процесів). Цифрові таблиці складаються переважно з цифрового матеріалу, наприклад, формули розрахунку термодинамічних процесів; значення сталих мольних теплоємностей. Текстові таблиці відрізняються переважанням текстового матеріалу, наприклад, опис класифікації теплоємностей. Широко використовуються таблиці для інструктажу студентів щодо виконання практичних робіт, довідкові таблиці для полегшення виконання певних завдань, таблиці для запису результатів практичних розрахунків тощо.

Отже, підвищувати виразність навчального матеріалу можна за допомогою таблиць, схем, малюнків, діаграм, відеороликів, презентацій тощо. Зокрема впровадження мультимедійних презентацій розширює можливості наочного подання навчального матеріалу та сприяє систематизації знань [О.О. Каленик, Т.Л. Цареградська, 2016]; SMART-технології створюють можливості для використання електронних графічних дошок [А.І. Твердохліб, 2017]; комп'ютерна графіка, наприклад, 3D-графіка, підвищує рівень розуміння навчального матеріалу, розвиває образне мислення, забезпечує швидке сприйняття візуалізованих понять [В.Г. Шамоля, І.О. Бєсєдін, М.М. Острога, 2019].

Важлива роль термодинаміки полягає в тому, що вона закладає принципи, які дозволяють взаємоперетворювати різні види енергії з найбільшою ефективністю. Термодинамічні підходи надають змогу спрогнозувати та оцінити ефективність різноманітних інноваційних заходів з одержання корисної роботи. Для вибору напрямів розвитку енергетики це має істотне значення.

*Перевагами пояснювально-ілюстративного методу у викладанні термодинаміки є* подання і засвоєння знань, що відбувається в системі, послідовно, в економічному режимі та ефективному темпі. Студенти отримують знання під час лекції, опрацювання навчальної, методичної літератури або через матеріал, що подається у вигляді готових положень, законів та принципів. Таким чином, студенти сприймають наданий матеріал як факт, осмислюють його, оцінюють, роблять певні висновки, виявляють певний рівень самостійності. Водночас застосування пояснювально-ілюстративного методу мислення студентів має репродуктивний характер, оскільки задачі розв'язуються відомими способами та за певними відомими методиками. Тож такий підхід є зручним у разі, коли необхідно в стислих часових межах донести великий обсяг навчального матеріалу. Використання цього методу виправдане лише при засвоєнні ustalених понять, фактів і законів [А.В. Бєвз, 2019].

До недоліків методу можна віднести також і низьку пізнавальну активність студентів, їх пасивність, відсутність диференціації процесу навчання, що розраховано переважно на «середнього» студента. Діяльність студентів полягає в основному у запам'ятовуванні та відтворенні інформації. Але методично підготовлений викладач [І.І. Козинець, 2014], який враховує особливості віртуального спілкування [І.І. Козинець, 2016] в умовах впровадження дистанційної технології навчання, досягає очікуваних результатів: студент засвоює поняття та закони термодинаміки, основні термодинамічні процеси, знає особливості перетворення теплоти на роботу та умови роботи теплових двигунів. Отже, пояснювально-ілюстративний метод досягає своєї мети під час викладання та опанування дисципліни «Термодинаміка», забезпечує засвоєння знань із подальшим їх застосуванням на практиці та у ході вивчення інших теплотехнічних дисциплін. Тобто студент відтворює подану інформацію, засвоює найважливіші закони та термодинамічні залежності, здатен осмислити пропоновані факти й явища, поглиблювати знання з дисципліни, узагальнювати засвоєний матеріал, закріплювати знання шляхом повторення, застосувати їх під час розв'язання практичних задач.

Щоб підвищити рівень засвоєння, необхідно також додавати до змісту основного навчального матеріалу сучасні відомості щодо досягнень у сфері прикладного використання понять і законів термодинаміки. Бажано, щоб студент самостійно занотовував найважливіше на лекції, здійснював активізацію своєї розумової діяльності. Тож викладачеві слід досліджувати та апробувати різні методи й прийоми навчання, вбачати переваги та недоліки їх застосування в навчальному процесі. Проаналізувавши, які з них можуть надати максимальний ефект у запропонованих обставинах, слід застосовувати на практиці саме ці методи з метою підвищення якості навчання і викладання.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Поєднання пояснення і наочності є провідною характеристикою пояснювально-ілюстративного методу навчання. Переважними діями студентів при цьому є слухання та запам'ятовування, а основною вимогою й головним критерієм ефективності навчання – безпомилкове відтворення навчального матеріалу. Такий метод навчання ще називають традиційним, але в цьому формулюванні не акцентується на його «несучасності», тут передусім підкреслюється довготривала історія його застосування в навчальному процесі в різних варіаціях. Можемо відзначити, що естетично привабливі засоби наочності значно підвищують ефективність подання навчальної інформації, роблять її кращою для запам'ятовування. Згаданий вид навчання не втратив значення і в сучасній освіті через те, що в нього природно вписуються нові методи викладання знань, сучасні цифрові різновиди наочності. Оскільки в сучасному світі розширились межі та можливості наочності, то цей метод не втрачає своєї актуальності та ефективності. Удосконалення засобів навчання для сприйняття, усвідомлення та запам'ятовування навчального матеріалу з дисципліни «Термодинаміка» студентами ЗВО вважаємо нашим завданням у подальших дослідженнях.

### Список використаних джерел

- Бевз, А.В. (2019). Особливості методів навчання фізики і астрономії у коледжах на засадах індивідуального підходу. *Наукові записки. Серія: «Педагогічні науки»*, 177 (1), 30–34.
- Бухарова, Р.Д. (2018). Методика вивчення теми «Основи термодинаміки». *Молекулярна фізика і термодинаміка*. Відновлено з [https://stud.com.ua/104677/prirodoznavstvo/metodika\\_vivchennya\\_temi\\_osnovi\\_termodynamiki](https://stud.com.ua/104677/prirodoznavstvo/metodika_vivchennya_temi_osnovi_termodynamiki)
- Каленик, О.О., Цареградська, Т.Л. (2016). Особливості застосування мультимедійних презентацій при викладанні математики та фізики студентам-іноземцям підготовчих відділень. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія: «Педагогіка і психологія»*, 1(11), 230–234.
- Козинець, І.І. (2016). Особливості віртуального спілкування. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія»*, 2(12), 71–75.
- Козинець, І.І. (2014). Педагогічні умови методичної підготовки викладачів економічних дисциплін у закладах вищої освіти: дис. ... канд. пед. наук. Інститут вищої освіти НАПН України. Київ.
- Мазур, І., Озирський, А. (2011). Формування нового підходу до застосування сучасних методів навчання. *Проблеми та перспективи розвитку української науки на початку третього тисячоліття*: матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., Переяслав-Хмельницький, УГСП. Відновлено з <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/530>
- Малафіїк, І.В. (2005). Дидактика: Навчальний посібник. Київ: Кондор.
- Твердохліб, А.І. (2017). Смарт-технології як основа формування сучасних тенденцій освіти. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія»*, 1(13), 301–305.
- Терлецька, Л. (2014). Вибір активних методів навчання в організації навчально-пізнавальної діяльності підлітків. *Людинознавчі студії: збірник наукових праць Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*, 29 (1), 193–201.
- Шамоня, В.Г., Беседін, І.О., Острога, М.М. (2019). Неформальна освіта на платформі Udemu: аналіз курсів з вивчення 3D-графіки. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія»*, 1 (17), 225–230. DOI: 10.32342/2522-4115-2019-1-17-28
- Karman, G., Oksen, Y., Trofymova, O., Komissarov, Y., Dizhevskiy, B., Radiuk, M., Diakun I. (2020). Conversion of gas engine waste heat into cold using absorption chillers. *E3S Web of Conferences, International Conference Essays of Mining Science and Practice*, 168, 00046. DOI: 10.1051/e3sconf/202016800046
- Oksen, Yu.I., Trofymova, O., Bobryshov, O., Lukisha, A., Pryvalov, V. (2019). Gas engines waste heat recovery to electrical energy. *E3S Web of Conferences, International Conference Essays of Mining Science and Practice*, 109, 00066. DOI: 10.1051/e3sconf/201910900066

### References

Bevz, A.V. *Osoblyvosti metodiv navchannia fizyky i astronomii u koledzhakh na zasadakh individualnoho pidkhodu* [Features of methods of teaching physics and astronomy in colleges on the basis of individual approach]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedagogichni nauky* [Academic Notes. Series: Pedagogical Sciences], 2019, vol. 177(I), pp. 30–34.

Bukharova, R.D. (2018). *Metodyka vyvchennia temy "Osnovy termodynamiky"* [Methods of studying the topic "Fundamentals of thermodynamics"]. *Molekuliarna fizyka i termodynamika* [Molecular physics and thermodynamics]. Available at: [https://stud.com.ua/104677/prirodnavstvo/metodika\\_vyvchennya\\_temi\\_osnovi\\_termodynamiki](https://stud.com.ua/104677/prirodnavstvo/metodika_vyvchennya_temi_osnovi_termodynamiki) (Accessed 03 March 2023).

Kalenyk, O.O., Tsarehradskaya, T.L. Features of multimedia presentations in teaching mathematics and physics to foreign students at preparatory departments. *Bulletin of Alfred Nobel University. Series: Pedagogy and psychology*, 2016, no. 1 (11), pp. 230–234 (In Ukrainian).

Karman, G., Oksen, Y., Trofymova, O., Komissarov, Y., Dizhevskiy, B., Radiuk, M., Diakun I. Conversion of gas engine waste heat into cold using absorption chillers. *E3S Web of Conferences, International Conference Essays of Mining Science and Practice*, 2020, vol. 168, e. 00046. doi: 10.1051/e3sconf/202016800046

Kozynets, I.I. (2014). *Pedahohichni umovy metodychnoi pidhotovky vykladachiv ekonomichnykh dystsyplyn u zakladakh vyshchoi osvity*. Dys. kand. ped. nauk. [Pedagogical conditions of economic sciences lecturers' methodical preparation. Cand. ped. sci. diss.]. Kyiv, 280 p.

Kozynets, I.I. (2016). Features of virtual communication. *Bulletin of Alfred Nobel University. Series: Pedagogy and psychology*, no. 2 (12), pp. 71–75 (In Ukrainian).

Malafiiik, I.V. (2005). *Dydaktyka* [Didactics]. Kyiv, Kondor, 280 p.

Mazur, I., Ozirskiy, A. (2011). *Formuvannya novoho pidkhodu do zastosuvannya suchasnykh metodiv navchannya* [Formation of a new approach to application of modern methods of training]. Materialy III Vseukr. nauk.-prakt. internet-konf. "Problemy ta perspektyvy rozvytku ukrainskoi nauky na pochatku tretoho tysiacholittia" [Proc. of the 3th All-Ukrainian Scien. and Pract. Internet-conf. "Problems and prospects of development of Ukrainian science at the beginning of the third millennium"], Pereiaslav-Khmelnitskyi, UHSP. Available at: <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/530> (Accessed 03 March 2023).

Oksen, Yu.I., Trofymova, O., Bobryshov, O., Lukisha, A., Pryvalov, V. (2019). Gas engines waste heat recovery to electrical energy. *E3S Web of Conferences, International Conference Essays of Mining Science and Practice*, vol. 109, E. 00066. doi: 10.1051/e3sconf/201910900066

Shamonia, V.H., Biesiedin, I.O., Ostroha, M.M. (2019). Udeemy platform non-formal education: analysis of 3D-graphics courses. *Bulletin of Alfred Nobel University. Series: Pedagogy and psychology*, no. 1 (17), pp. 225–230. doi: 10.32342/2522-4115-2019-1-17-28 (In Ukrainian).

Terletska, L. *Vybir aktyvnykh metodiv navchannya v orhanizatsii navchalno-piznavalnoi diialnosti pidlitkiv* [Choice of active learning methods in the organizing of educational-cognitive activity of teenagers]. *Liudynoznavchi studii* [Human Studie], 2014, no. 29 (1), pp. 193–201.

Tverdokhlib, A.I. Smart-technologies as a ground for development of today's educational trends. *Bulletin of Alfred Nobel University. Series: Pedagogy and psychology*, 2017, no. 1 (13), pp. 301–305. (In Ukrainian).

#### **EFFICIENCY OF THE EXPLANATORY AND ILLUSTRATIVE METHOD IN THE COURSE OF TEACHING THERMODYNAMICS WITHIN THE CURRICULUM OF THE TRAINING OF BACHELORS MAJORING IN 184 MINING**

*Kozynets Inna*, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Philosophy and Pedagogy, Dnipro University of Technology, Dnipro

E-mail: [kozynets.i.i@nmu.one](mailto:kozynets.i.i@nmu.one)

ORCID ID: 0000-0002-2093-5722

*Trofymova Olena*, Senior lecturer of the Department of Transport Systems and Energy-Mechanical, Dnipro University of Technology, Dnipro

E-mail: [trofymova.o.p@nmu.one](mailto:trofymova.o.p@nmu.one)

ORCID ID: 0000-0003-3511-780X

DOI: 10.32342/2522-4115-2023-1-25-4

*Keywords: teaching methods, explanatory and illustrative method, thermodynamics, visualization, graphic image, effectiveness of training*

The article examines the explanatory and illustrative method during teaching the academic discipline "Thermodynamics" to higher education institutions students. It is known that the effectiveness of training depends on the teacher's ability to choose a training method in certain conditions for a specific lesson. The



main attention is paid to the aspect of the relevance and effectiveness of the explanatory and illustrative teaching method in modern education, as the scope and possibilities of displaying thermodynamic concepts, processes, methods of thermodynamic analysis have expanded.

The explanatory and illustrative teaching method is supposed to ensure students' understanding of the educational material. Understanding is not just a result, but a process when the learner perceives the connection between the unknown and the known, combines an unknown concept with an already known one, and can compare the unknown with the known. The features and characteristics of the explanatory and illustrative teaching method are analyzed. The advantages of the specified method during the presentation of a large amount of educational material, structuring of information and outlining the connection between the concepts of the discipline "Thermodynamics" are considered. Tables and diagrams, graphs and schemes are an integral part of studying the discipline "Thermodynamics". It is with the help of them that you can quickly learn the laws of thermodynamic processes of ideal and real gases, cycles of steam power plants, internal combustion engines, and gas turbine plants. Examples of graphic and schematic presentations of some concepts of thermodynamics are considered, which clearly reflect the relationship between new concepts and previously considered ones, and allow mathematical dependencies to be presented schematically or graphically. Graphic display of concepts allows the student to create a set of knowledge on the use of different parameters. The list of the main diagrams used by students in solving applied problems of energy conversion, in particular in thermal energy systems and installations of mining enterprises, is given. The importance of the simultaneous combination of oral explanation with illustrations, schemes, diagrams when teaching the educational discipline «Thermodynamics» is noted.

It is determined that if the student gives his examples that illustrate the content of the topic, or can transform the verbal presentation of the material into tabular or graphic form, in the form of formulas, then a conclusion can be drawn about students' understanding of the material. Learning the discipline consists of a sequence of generation of separate concepts, concepts of a defined topic, and then during the further study of «Thermodynamics» a system of concepts is formed. The key to the success of the formation of concepts is whether the connection between the explanatory concept of the discipline and others, which were previously studied by students, is realized. It was determined that the explanatory and illustrative teaching method is convenient when it is necessary to convey a large amount of educational material in a short period of time. Its use is justified while learning fixed concepts, facts, and laws. It is concluded that in lectures on the discipline «Thermodynamics» it is the explanatory material that plays an important role, since «Thermodynamics» is the foundation of many special disciplines in the future.

*Одержано 23.01.2023.*