

УДК 378.1+378.9

Руслан Іщенко

РОЛЬ МЕТОДУ АНАЛОГІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ МЕХАНІКИ В ТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТАХ

У роботі досліджено роль методу аналогії при викладанні розділу «Фізичні основи механіки» курсу загальної фізики студентам технічних університетів. Встановлено, що використання зазначеного наукового методу сприяє систематизації знань студентів з відповідного розділу фізики, підвищує якість знань, активізує пізнавальну діяльність студентів на заняттях, що в свою чергу підвищує мотивацію до подальшого вивчення вказаної навчальної дисципліни. Виявлено, що використання аналогій призводить до полегшення і прискорення навчального процесу.

Ключові слова: *метод аналогії, курс загальної фізики, механіка, систематизація знань, технічні університети, студенти.*

В работе исследована роль метода аналогии при преподавании раздела «Физические основы механики» курса общей физики студентам технических университетов. Установлено, что использование указанного научного метода способствует систематизации знаний студентов по соответствующему разделу физики, повышает качество знаний, активизирует познавательную деятельность студентов на занятиях, что в свою очередь повышает мотивацию к дальнейшему изучению указанной учебной дисциплины. Выявлено, что использование аналогий приводит к облегчению и ускорению учебного процесса.

Ключевые слова: *метод аналогии, курс общей физики, механика, систематизация знаний, технические университеты, студенты.*

In this work the role of the method of analogy in the teaching of the section «Physical fundamentals of mechanics» of course of General physics to students of technical universities is investigated. It is revealed that the using of this scientific method helps students to understand that physics laws and equations that describe translational and rotational motion of the body, have a similar structure and can be obtained from each other by simple replacing the linear physical quantities corresponding angular ones and vice versa.

The above mentioned contributes to the systematization of students knowledge of the relevant section of physics, increases the quality of knowledge, stimulates cognitive activity of students in the classroom, which in turn increases motivation for further study of the specified academic discipline. It is revealed that the using of analogies leads to facilitating and accelerating of the studying process.

Key words: *method of analogy, course of General physics, mechanics, systematization of knowledge, technical universities, students.*

Відомо, що основу професіоналізму майбутніх інженерів складають фундаментальні наукові знання [7, с. 783; 9, с. 4]. У свою чергу вивчення фізики студентами технічних університетів сприяє створенню наукового фундаменту для подальшого опанування усіх природничих та загальнотехнічних дисциплін. Одним з головних завдань курсу загальної фізики є формування цілісних уявлень про сучасну наукову картину світу на основі глибокого оволодіння змістом фундаментальних фізичних законів, теорій та принципів, методами наукового пізнання та вміннями застосовувати знання на практиці.

Однак, систематичне скорочення годин, які виділяються на вивчення загального курсу фізики, особливо аудиторних, ослаблення престижу інженерно-технічної освіти у порівнянні з юридичною, економічною та гуманітарною освітою, що спостерігається протягом останніх 20 років, призводять до погіршення рівня фізичної освіти майбутніх фахівців, що негативно відобразиться на рівні їх професійної підготовки [3, с. 137]. Залишає бажати кращого і мотивація студентів під час вивчення фізики в технічних університетах. Останнє свідчить про те, що сучасна фізична освіта у вказаних вищих навчальних закладах (ВНЗ) вимагає оновлення і розробки таких підходів до її організації та проведення, за яких відбуватиметься системне, послідовне і цілеспрямоване формування наукового світогляду та наукового стилю мислення, відповідних професійних навичок та умінь майбутніх інженерів [10, с. 82].

Одним з відомих методів наукового пізнання, що може сприяти систематизації знань студентів, активізувати їх пізнавальну діяльність, є метод аналогії. Використання методу аналогії при вивченні фізики досліджували у своїх роботах О. І. Бугайов, Л. І. Вовк, С. У. Гончаренко, Л. Р. Калапуша, С. Є. Каменецький, Г. Б. Редько, О. В. Сергеев та ін. Однак, більшість цих робіт присвячується дослідженню використання методу аналогії під час викладання курсу фізики в загальноосвітній школі. Досліджень щодо використання методу аналогії під час читання курсу загальної фізики у ВНЗ вкрай мало.

Отже, зважаючи на вищезазначене, метою роботи є встановлення ролі методу аналогії при викладанні розділу «Фізичні основи механіки» (в подальшому – «Механіка») курсу загальної фізики студентам технічних університетів.

Багаторічний досвід роботи та педагогічні дослідження вказують на пряму залежність рівня сприймання та розуміння матеріалу з фізики студентами першого та другого курсів технічних університетів від рівня їх загальноосвітньої підготовки з вказаної дисципліни [8, с. 185]. Проведення вхідних тестувань знань з фізики студентів першого та другого курсів

виявляють серйозні прогалини в їх знаннях з курсу фізики загальноосвітньої школи [5, с. 97; 6, с. 246]. Виявляється, що чимала кількість студентів не розуміє різниці між векторними і скалярними фізичними величинами, деякі студенти не знають, що таке векторний і скалярний добуток, не знають визначень та одиниць вимірювання основних фізичних величин, таких як маса, швидкість, прискорення, імпульс, сила тощо. У студентів виникають проблеми на практичних заняттях із застосуванням відомих законів і співвідношень під час розв'язання навіть простих задач. Багато студентів не вміють відрізнити головне від другорядного, виділяти причини і наслідки. Деякі студенти взагалі не можуть логічно правильно висловлювати судження, не мають достатньої підготовки для самостійного опрацювання нового матеріалу.

Крім того, починаючи читати курс загальної фізики студентам першого і другого курсів відразу стає очевидним різний рівень їх підготовки. Випускники середніх навчальних закладів, що вступають до ВНЗ, навчаються за різними програмами, мають різну кількість годин на вивчення курсу фізики. Відповідно викладання фізики стає ускладненим через різний рівень базових знань студентів.

Іншою суттєвою проблемою, що негативно впливає на якість фізичної освіти, є систематичне зменшення кількості годин, особливо аудиторних, що виділяються на вивчення загального курсу фізики у технічних університетах. На сьогодні, як правило, читається двосеместровий курс фізики (64 лекційні години, одна лекція на тиждень протягом двох семестрів) студентам технічних спеціальностей. Хоча є випадки, коли курс фізики взагалі зводиться до одного семестру (32 лекційні години). Прочитати всі розділи курсу загальної фізики (механіку, молекулярну фізику і термодинаміку, електрику, магнетизм, коливання та хвилі, оптику, атомну і ядерну фізику) за 64 години протягом двох семестрів виявляється практично неможливим [3, с. 139]. Тоді виникає питання, яким чином читати лекції, щоб вкластися в передбачену навчальним планом кількість годин? Можна читати тільки деякі окремі розділи фізики, що, як правило, відбувається у випадку односеместрового курсу. Однак, розгляд тільки окремих розділів призводить до того, що курс фізики виявляється незавершеним і несистематизованим. При цьому не виконується одне з головних завдань курсу: формування у студентів сучасної наукової картини світу. Крім того, незавершеність і несистематизованість лекційного курсу фізики призводить до появи проблем у студентів під час застосування отриманих знань на практиці. Як зазначав академік О. Л. Мінц: «Напханий знаннями, але не уміючий їх використовувати студент нагадує фаршировану рибу, яка не може плавати» [2, с. 2]. Як варіант, можна частину матеріалу виносити на самостійне опрацювання. За навчальними планами майже усіх технічних спеціальностей близько половини годин з курсу фізики відводиться на

самостійну роботу та виконання індивідуальних комплексних завдань. Однак, рівень підготовки багатьох студентів недостатній, щоб самостійно опрацьовувати новий матеріал складного рівня. А деяка кількість студентів першого курсу взагалі не має досвіду самостійної роботи.

Отже, в сучасних умовах, коли рівень знань з фізики випускників середніх навчальних закладів невисокий, кількість аудиторних годин, що виділяються на вивчення курсу загальної фізики в технічних університетах недостатня, а мотивація студентів щодо вивчення вказаної дисципліни бажає бути кращою, проблема «що вчити» і «як вчити» є досить актуальною. У вказаних вище умовах суттєво зростає роль оптимальної організації навчального процесу. Зокрема, якщо взяти розділ фізики «Механіка», то читання лекцій з вказаного розділу, на думку автора, доцільно супроводжувати використанням методу аналогії. За визначенням, аналогія – це метод наукового пізнання, основу якого складає порівняння. Якщо виявляється, що два чи більше об'єктів мають схожі властивості, то робиться висновок про схожість їх інших властивостей. Аналогія з тим, що відомо, дозволяє зрозуміти невідоме. Аналогія з простим допомагає зрозуміти більш складне. Аналогія з течією рідини в трубці відіграла важливу роль у створенні теорії електричного струму [4, с. 12].

Метод аналогії доцільно застосовувати при вивченні таких підрозділів механіки, як кінематика поступального і обертального руху матеріальної точки. Зокрема, використовувати зазначений метод наукового пізнання при розгляді фізичних величин, що описують поступальний і обертальний рух та при вивченні відповідних кінематичних рівнянь руху (див. табл. 1).

Таблиця 1

Аналогія між поступальним і обертальним рухом у кінематиці

№ п/п	Поступальний рух	Обертальний рух
1.	$d\vec{r}$ – елементарне переміщення	$d\vec{j}$ – елементарний кут повороту
2.	$\vec{u} = \frac{d\vec{r}}{dt}$, $u = \frac{dS}{dt}$ – швидкість	$\vec{w} = \frac{d\vec{j}}{dt}$ – кутова швидкість
3.	$\vec{a} = \frac{d\vec{u}}{dt}$ – прискорення	$\vec{e} = \frac{d\vec{w}}{dt}$ – кутове прискорення
4.	Рівняння рівноприскореного прямолінійного руху: $u(t) = u_0 + a \cdot t$, $S(t) = S_0 + u_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	Рівняння рівноприскореного обертального руху: $w(t) = w_0 + e \cdot t$, $j(t) = j_0 + w_0 \cdot t + \frac{e \cdot t^2}{2}$

У роботі [1] автор пропонує використовувати метод паралельного викладу матеріалу, який полягає у тому, що розгляд подібних тем відбувається одночасно. Наприклад, одночасно розглядаються такі теми з кінематики, як «Швидкість» і «Кутова швидкість», «Прискорення» і «Кутове прискорення» і т. д. На нашу думку, ефективним є як послідовний, так і паралельний виклад тем кінематики. Головне, щоб під час вивчення було проведено аналогії між фізичними величинами і рівняннями, що використовуються в кінематиці поступального і обертального руху, наведено підсумкову таблицю, виконано відповідні пояснення. Також на практичних заняттях доцільно одночасно розглянути задачі з кінематики поступального і обертального руху матеріальної точки з метою виявлення аналогії між ходом розв'язання вказаних задач. Зокрема, до зазначених задач належать такі, в яких відомо рівняння руху матеріальної точки (залежність $S(t)$ або $j(t)$ відповідно), а визначити необхідно швидкість і прискорення у випадку поступального руху або кутову швидкість і кутове прискорення у випадку обертального руху точки в деякий момент часу. Розв'язання таких задач відбувається за одним алгоритмом, відповідно студенти розуміють, що аналогія є не тільки між фізичними величинами, що описують поступальний і обертальний рух, а й між ходом розв'язання задач у кінематиці.

Метод аналогії застосовний і при розгляді динаміки поступального і обертального руху тіла. Зокрема, доцільно пояснити студентам аналогію між масою і моментом інерції, імпульсом і моментом імпульсу, силою і моментом сили. Також необхідно провести аналогію між другим законом Ньютона і основним рівнянням динаміки обертального руху тіла (див. табл. 2).

Метод аналогії доцільно використовувати і при розгляді таких тем, як «Механічна робота», «Потужність», «Кінетична енергія».

Таблиця 2

Аналогія між поступальним і обертальним рухом у динаміці

№ п/п	Поступальний рух	Обертальний рух
1.	m – маса	J – момент інерції
2.	$\vec{P} = m \cdot \vec{U}$ – імпульс	$\vec{L} = J \cdot \vec{\omega}$ – момент імпульсу
3.	\vec{F} – сила	\vec{M} – момент сили
4.	Основне рівняння динаміки поступального руху (другий закон Ньютона): $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}$ (загальний вигляд),	Основне рівняння динаміки обертального руху: $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$ (загальний вигляд),

	$\mathbf{a} = \frac{\dot{\mathbf{F}}}{m}$ (якщо $m = const$)	$\mathbf{e} = \frac{\dot{\mathbf{M}}}{J}$ (якщо $J = const$)
5.	Закон збереження імпульсу: $\sum_{i=1}^N \mathbf{P}_i = const$ (якщо $\dot{\mathbf{F}}_{306} = 0$)	Закон збереження моменту імпульсу: $\sum_{i=1}^N \mathbf{L}_i = const$ (якщо $\dot{\mathbf{M}}_{306} = 0$)
6.	Елементарна механічна робота	
	$dA = (\dot{\mathbf{F}} \cdot d\mathbf{r}) = F_S \cdot dS$	$dA = (\dot{\mathbf{M}} \cdot d\mathbf{j}) = M_Z \cdot dj$
7.	Повна механічна робота	
	$A = \int (\mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}) = \int F_S \cdot dS,$ $A = (\dot{\mathbf{F}} \cdot D\mathbf{r}) = F_S \cdot DS$ (якщо $\dot{\mathbf{F}} = const$)	$A = \int (\mathbf{M} \cdot d\mathbf{j}) = \int M_Z \cdot dj,$ $A = (\dot{\mathbf{M}} \cdot D\mathbf{j}) = M_Z \cdot Dj$ (якщо $\dot{\mathbf{M}} = const$)
8.	Потужність	
	$N = (\dot{\mathbf{F}} \cdot \mathbf{u})$	$N = (\dot{\mathbf{M}} \cdot \mathbf{w})$
9.	Кінетична енергія	
	$K = \frac{m \cdot \mathbf{u}^2}{2}$	$K = \frac{J \cdot \mathbf{w}^2}{2}$

Зокрема, для поступального руху усі вказані вище фізичні величини можна читати з детальним виведенням, а для випадку обертального руху, з метою економії часу, записати відразу, просто замінюючи лінійні фізичні величини відповідними кутовими (див. табл. 2). Необхідно підкреслити аналогію між законом збереження імпульсу у випадку поступального руху та законом збереження моменту імпульсу у випадку обертального руху тіла. На практичних заняттях корисним буде підібрати і розв'язати задачі з вище зазначених тем динаміки поступального та обертального руху, що розв'язуються за подібним алгоритмом.

Отже, студенти усвідомлюють, що фізичні закони і співвідношення, що описують поступальний і обертальний рух тіла, мають аналогічну форму і можуть бути отримані одне з одного простою заміною лінійних фізичних величин на відповідні кутові і навпаки. Така аналогія допомагає студентам систематизувати свої знання з механіки. У свою чергу систематизація знань призводить до підвищення їх якості та активізує пізнавальну діяльність студентів на заняттях. Крім того, загальновідомо, що розуміння студентами матеріалу підвищує інтерес до навчальної дисципліни та створює додаткову мотивацію до подальшого вивчення курсу загальної фізики. У свою чергу, вищезазначені фактори призводять до полегшення і прискорення навчального процесу, що є актуальним в

умовах скорочення годин, особливо аудиторних, що виділяються на вивчення фізики в технічних університетах.

Необхідно відзначити, що використання методу аналогії при вивченні розділу «Механіка» курсу загальної фізики забезпечує виконання таких основних дидактичних принципів, як принцип систематичності та послідовності, а також принцип доступності, дохідливості викладання.

Таким чином, використання методу аналогії під час читання розділу фізики «Механіка» студентам технічних університетів допомагає встановити зв'язки між фізичними величинами, що описують поступальний і обертальний рух тіла, підкреслює однакову структуру рівнянь механіки. Використання зазначеного наукового методу призводить до систематизації знань студентів з відповідного розділу фізики, підвищує якість знань, активізує пізнавальну діяльність студентів на заняттях, що в свою чергу підвищує мотивацію до подальшого вивчення курсу загальної фізики. Виявлено, що використання аналогій призводить до полегшення і прискорення навчального процесу.

Метод аналогії демонструє студентам цілісність сучасної наукової картини світу, взаємозв'язок природних явищ і процесів, що вивчаються. Вказаний метод пізнання формує у студентів науковий стиль мислення, що є підґрунтям їх майбутньої діяльності в різних технічних галузях господарства.

Наступний цикл робіт планується присвятити розгляду шляхів покращення фізичної освіти студентів технічних університетів в сучасних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вовк Л. І. Застосування методу аналогії у навчанні фізики студентів нефізичних спеціальностей вищих закладів освіти: автореф. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02 – Теорія і методика навчання фізики / Л. І. Вовк. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004. – 18 с.
2. Галуша А. В. Міжпредметні зв'язки як чинник оптимізації процесу навчання [Електронний ресурс] / А. В. Галуша. – Режим доступу: <http://intkonf.org/galusha-av-mizhpredmetni-zvyazki-yak-chinnik-optimizatsiyi-protseesu-navchannya/>.
3. Іщенко Р. М. Аналіз сучасного стану викладання фізики в технічних університетах України / Р. М. Іщенко // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини. – 2016. – Вип. 1. – С. 136–142.
4. Канарчук В. Є. Основи концепцій сучасного природознавства: навч. посібник / В. Є. Канарчук, Ю. П. Гололобов. – К. : НТУ, 2001. – 162 с.
5. Матвійчук О. В. Аналіз чинників, які впливають на навчання студентів з фізики у вищій технічній школі / О. В. Матвійчук,

- С. О. Подласов, О. М. Бурмістров // Науковий вісник Ужгородського університету. Сер.: Педагогіка. Соціальна робота. – 2011. – Вип. 22. – С. 96–99.
6. Подласов С. О. Аналіз структури знань з фізики студентів за результатами вхідного контролю / С. О. Подласов, О. В. Матвійчук // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. – 2013. – № 109. – С. 244–248.
 7. Садовников Н. В. Фундаменталізація сучасного образования / Н. В. Садовников // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 24. – С. 782–786.
 8. Сільвейстр А. М. Сучасний стан та завдання навчання фізики майбутніх учителів хімії і біології у педагогічних університетах / А. М. Сільвейстр // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер.: Педагогічна. – 2013. – Вип. 19. – С. 185–188.
 9. Фундаментальність освіти та її роль у підготовці інноваційно орієнтованих фахівців / М. Ф. Дмитриченко, Б. І. Хорошун, О. М. Язвінська, Н. М. Глушенок // Вісник Національного транспортного університету. – 2010. – № 21(1). – С. 3–7.
 10. Школа О. В. Шляхи підвищення ефективності навчання квантової механіки у вищій школі / О. В. Школа // Мир науки и инноваций. – 2015. – Т. 7 (Педагогика, психология и социология). – Вып. 1(1). – С. 81–89.