

Ціннісний складник змісту курсу передбачає розкриття загальнокультурних, ціннісних і прикладних аспектів пізнання природи. У змісті курсу приділено увагу оцінюванню ролі природи та знань про неї в глобальному вимірі (збереження й охорона природи Землі), локальному (турбота про довкілля в своїй місцевості, подолання екологічних проблем), особистісному (вироблення навичок свідомої природовідповідної поведінки). На розвиток природничо-наукової компетентності учнівства 5-6 класів у модельній програмі орієнтований навчальний матеріал, що сприяє усвідомленню цінності власного здоров'я й здоров'я інших, критичному оцінюванню різних форм взаємодії людини й природи, здобутків природничих наук. Очікується, що розвиток у п'яти- і шестикласників умінь бачити красу природи, розуміти її цінність і вразливість трансформується в переконання про необхідність покращення взаємин людини з природою і стане для молодого покоління драйвером у прояві діяльній турботи про майбутнє природи й наступних поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження типової освітньої програми для 5-9 класів закладів загальної середньої освіти. Наказ міністерства освіти і науки України від 19 лютого 2021 р. № 235. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-dlya-5-9-klasiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti>.
2. Коршевнік Т.В. Модельна навчальна програма «Пізнаємо природу». 5-6 класи (інтегрований курс) для закладів загальної середньої освіти. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (наказ Міністерства освіти і науки України від 12.07.2021 № 795). Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»: веб-сайт. <https://drive.google.com/file/d/1gkUtn5LuHCaxHrZm-5x-8ASCI DXfPmf/view>.
3. Державний стандарт базової середньої освіти. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. (2020). [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text>

ПРИКЛАД ІНТЕГРАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ВИВЧЕННІ ДРУГОГО НАЧАЛА ТЕРМОДИНАМІКИ СТУДЕНТАМИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРИРОДНИЧІ НАУКИ»

Краснобокий Юрій Миколайович

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та інтегративних технологій навчання природничих наук, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ymk201113@gmail.com

Як відомо ідеї космологічної еволюції закладалися у XVII – XVIII сторіччях і особливих протиріч у них не виникало аж до відкриття другого начала термодинаміки. Пізніше вирішення проблеми самоорганізації для конкретних систем було знайдене в рамках нерівноважної термодинаміки. Проте фізична

еволюція Всесвіту за цього не пояснювалася, зводяться до теплової смерті Всесвіту.

Виникала парадоксальна методологічна ситуація – емпіричні факти свідчать про розвиток і самоорганізацію матерії, висувуються різні гіпотези з цього приводу, а потім з'являється закон, який все це заперечує. За цього студентам варто наголошувати, що друге начало термодинаміки було відкрите (сформульоване) принципово в іншій області – для термодинамічних процесів – і вже пізніше його екстраполювали на космічні явища і на весь Всесвіт загалом. У зв'язку з цим виникає питання: чи правомірна така екстраполяція?

Після постановки такого проблемного питання, відповідь на нього шукаємо шляхом інтеграції матеріалу з механіки, молекулярної фізики, термодинаміки, астрофізики.

Передусім наводимо сучасні формулювання другого начала термодинаміки:

- неможливий циклічний процес, єдиним результатом якого було б перетворення теплоти, яку система отримує із зовнішнього середовища, в роботу без будь-яких змін у зовнішньому середовищі;
- неможливий коловий процес, єдиним результатом якого було б виконання роботи за рахунок охолодження робочого тіла;
- неможливий коловий процес, єдиним результатом якого було б виконання роботи за рахунок зменшення внутрішньої енергії робочого тіла;
- неможливо реалізувати процес, єдиним результатом якого було б перетворення в роботу всієї кількості теплоти, отриманої системою;
- неможливо побудувати вічний двигун другого роду;
- ізольована система самовільно прямує до рівноважного стану, за якого всі види енергії перетворюються в теплову, і енергія знецінюється;
- всі самовільні процеси в замкнутих системах протікають у напрямку зростання ентропії (або ж вона не змінюється) [3, С.191-196].

Цікавим є формулювання Д.Томсона другого начала термодинаміки щодо його застосування до процесів у неживій і живій природі. Воно складається з трьох частин:

«1. У матеріальному світі в теперішній час існує тенденція до розсіювання механічної енергії.

2. Жодне відновлення механічної енергії, без більш ніж еквівалентного розсіювання, неможливе у неживих матеріальних процесах і, ймовірно, цілком не здійснюється за допомогою організованої матерії, як наділеної рослинним життям, так і підкореній волі одушевленої істоти.

3. У минулому, віддаленому на скінчений проміжок часу від теперішнього моменту, Земля знаходилася і через скінченний проміжок часу вона знову опиниться в стані, непридатному для життя людини, якщо лише в минулому не були проведені і в майбутньому не будуть прийняті такі заходи, які є не

суттєвими за наявності законів, що регулюють відомі процеси, які відбуваються нині у матеріальному світі» [7, С.182].

Отож, цікаво відмітити, що у п.2 немає категоричного твердження про те, що розсіювання енергії має місце і в живих системах. Для цього Томсон вживає слово «ймовірно», тобто строго не стверджує.

Друге начало термодинаміки було сформульоване на основі великої кількості емпіричних фактів, з яких впливали наведені вище формулювання, тобто його методологічною основою є неповна індукція. Вже пізніше цьому закону було надано математичного вигляду у зв'язку з введенням поняття «ентропії».

Основний зміст другого начала полягає в тому, що воно визначає напрям процесів, які відбуваються в природі, виділяє напрям термодинамічної стріли часу, підкреслює неоднозначність минулого і майбутнього. Для підтвердження цього наводимо класичні приклади, які можна знайти в багатьох підручниках з термодинаміки.

Якщо зняти на плівку рух планет Сонячної системи упродовж тривалого часу, а потім «прокрутити» її у зворотному напрямі, то не можна буде стверджувати, що «час пішов назад» – жоден закон механіки не буде порушений, все буде відбуватися природно. Тобто час у механічних явищах «оборотний».

Якщо ж зняти на плівку процес розсіювання молекул газу із маленького об'єму у великий, а потім продивитися «кіно» знову «навпаки», то в очі відразу кинеться неприродність процесу – події йдуть у зворотному напрямі. У термодинаміці час необоротний. Але звертаємо увагу, що і в цьому випадку жоден закон механіки не порушується. Проте порушується друге начало термодинаміки, адже воно було встановлене на підставі неможливості такого процесу в природних умовах. Неприродність процесу у цьому випадку пов'язана лише з тим, що такий процес малоімовірний, хоча принципово й можливий.

Можливість такого процесу для мікрооб'ємів і надкоротких проміжків часу була зафіксована експериментально. Це вдалося зробити ученим Австралійського національного університету. В експерименті досліджувалася поведінка системи колоїдних частинок мікронного розміру, які знаходилися у воді, в оптичній пастці, яка створювалася зфокусованим лазерним променем. За допомогою спеціальної реєстраційної системи дослідники могли з високою точністю відслідковувати положення частинок. За вимкненого лазера латексні частинки здійснювали броунівський рух. Проте при запуску лазера на них починала діяти сила, спрямована в область максимальної інтенсивності світла. Дослідники робили 1000 світлин за секунду, що дозволяло відслідковувати траєкторію руху частинки на протязі експерименту, тривалість якого складала 10 секунд. Аналіз фіксованих траєкторій показав, що на дуже коротких відрізках часу траєкторії багатьох частинок відповідають зменшенню ентропії, у той час як на секундних масштабах таких траєкторії практично не спостерігалося [9]. Це

свідчить про те, що друге начало термодинаміки, як закон, не може розглядатися як універсальний, що виконується повсюдно і завжди. Зрозуміло, що чим більша система, тим менша ймовірність його порушення. Тут мова йде про термодинамічні процеси, але ж цілком можливі й інші форми руху матерії, до яких цей закон застосовувати не можна.

Тепер моделюємо студентам на комп'ютері ще один приклад: утворення атомів гідрогену з протонів і електронів (явище «рекомбінації»). Потім цей процес переглядається у зворотному порядку. У результаті спостерігається процес «йонізації», що також може сприйматися як природний, а, отже, час – як «оборотний». Щоб спростувати такий можливий хибний висновок, акцентуємо увагу на суттєвій відмінності цього процесу від механічного руху: якщо за спостереження «назад» руху планет Сонячної системи змінюється лише напрям руху, то в останньому прикладі спостерігаються два взаємно протилежних процеси, які якісно відрізняються один від одного. Із синергетичної точки зору «об'єднання» і «розпад» цих частинок, як системи, можна трактувати як намагання її до станів «порядку» або «хаосу». З термодинамічної точки зору це означатиме, що в оточуючому середовищі у цих випадках зміни будуть різні: за процесу з'єднання протона і електрона (синтезу) у навколишнє середовище енергія виділятиметься; за йонізації (поділу) енергія із зовнішнього середовища поглинається.

Ще одним подібним прикладом може слугувати стан термодинамічної рівноваги насиченої пари в закритій посудині – випаровування і конденсація.

Тож виникає методологічне питання – чи оборотний час у цих процесах, і чи можна тут використовувати друге начало термодинаміки? І тим більше, чи можна застосовувати друге начало термодинаміки до Всесвіту в цілому? Як відомо за такої спроби виникає проблема «теплової смерті» Всесвіту – «всі види енергії знецінюються і утворення складних структур неможливе». Разом з тим, весь повсякденний досвід і історія еволюції Всесвіту практично у всіх сучасних моделях свідчать про те, що такі структури утворюються.

Тож про можливість існування фізичного закону, протилежного до другого начала термодинаміки висловлювалися відомі учені, зокрема М.Планк [5, С. 191-195] і Е.Шредінгер [8, С. 45-50]. Про незастосовність цього закону до біологічних об'єктів писали Дж.Бернал [1, С.602-604] і В.І.Вернадський [2, С.102-106].

До Всесвіту в цілому друге начало термодинаміки не застосовне, оскільки наявність гравітаційного поля робить цю систему не замкнутою: «З врахуванням тяжіння однорідний ізотермічний розподіл речовини зовсім не є найбільш ймовірним і не відповідає максимуму ентропії. Спостереження доводять, що Всесвіт різко нестаціонарний. Він розширюється, і майже однорідна на початку розширення речовина у подальшому під дією сил тяжіння розпадається на окремі об'єкти, утворюються скупчення галактик, окремі галактики, зорі, планети тощо. Всі ці процеси природні, відбуваються зі зростанням ентропії і не вимагають

порушення законів термодинаміки [4]. З цього приводу І.Пригожин підкреслює: «...збільшення ентропії аж ніяк не призводить до збільшення безладу, адже порядок і безлад виникають і існують одночасно...Порядок і безлад, таким чином, виявляються тісно пов'язаними – один включає в себе другий» [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бернал Дж. Наука в истории общества. Москва: Изд. иностр. лит., 1956. 735с.
2. Вернадский В.И. Биосфера. Москва: Мысль, 1967. 265 с.
3. Кузьмичов В.С. Законы и формулы физики. Київ: Наукова думка, 1989. 848с.
4. Онищенко С. Тепловая смерть Вселенной. Режим доступа: <http://www.oval.ru/enc/71493.html>.
5. Планк М. Термодинамика. Москва-Ленинград: Госиздат, 1925. 311с.
6. Пригожин И. Философия неустойчивости. *Вопросы философии*. №6, 1991. С.46-52.
7. Томсон Д. Второе начало термодинамики. Москва-Ленинград: Гостехтеориздат, 1984.
8. Schrödinger E. What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell. Cambridge at the University Press, 1944. 194 p.
9. Експериментальні спостереження порушення другого закону термодинаміки. Режим доступа: <http://www.nature.ru/db/msg.html?mid=1190174&s=>.

МЕТОДИКА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ З ПРИРОДНИЧИХ ПРЕДМЕТІВ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Кундік Ірина Вікторівна

Магістрантка спеціальності 014 Середня освіта (Природничі науки), Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

kundik@chem-bio.com.ua

Барна Любов Степанівна

Кандидатка педагогічних наук, доцентка кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

barna@chem-bio.com.ua

Завданням сучасної школи є забезпечення формування особистості, здатної до активного, творчого, самостійного пошуку. Однією з технологій, яка готує учнів до такої діяльності є проєктна технологія, яка з'явилася у 20-х роках ХХ ст. у США. Ця технологія сприяє партнерським взаємовідносинам вчителя та учнів в освітньому процесі. Учні залучаються до активного процесу здобування знань, навчаються відповідати за результати своєї праці.

Предмети природничого циклу мають широкі можливості для використання проєктної технології навчання. В процесі їх вивчення можуть реалізовуватись міжпредметні, інтегровані проєкти. Інтеграція знань розкриває учням єдність і цілісність природи, сприяє подоланню розчленованості наукових знань [1].