

ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ СПОСОБІВ ДІЯЛЬНОСТІ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО СУЧАСНИХ ПРОФЕСІЙНО ЗНАЧИМИХ ЯКОСТЕЙ СПЕЦІАЛІСТА

УДК 378.14.001:53(072.8)

А. М. Андрєєв

Запорізький національний університет

РЕЗУЛЬТАТИ УЧАСТІ УЧНІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ГРУПИ В МІЖНАРОДНИХ КОНКУРСАХ INTEL ISEF ТА I – SWEEP У 2008/09 – 2009/10 НАВЧАЛЬНИХ РОКАХ

У статті розглядається проблема організації та підвищення успішності винахідницької діяльності учнів у процесі навчання фізики. Наведено деякі досягнення учнів експериментальної групи у винахідництві, які були засвідчені на міжнародних фізико-технічних конкурсах *Intel ISEF* та *I – SWEEP* у 2008/09 та 2009/10 навчальних роках. Подано коротку інформацію про ці конкурси.

Ключові слова: винахідницька діяльність, навчання фізики, міжнародні фізико-технічні конкурси.

Постановка проблеми. Важливість проблеми організації та підвищення успішності науково-дослідницької та винахідницької діяльності учнів у процесі навчання фізики впливає із завдань сучасної освіти, які пов'язані з розвитком в учнів творчих здібностей і навичок самостійного наукового пізнання, самоосвіти і самореалізації особистості; формуванням в учнів сучасного світогляду; створенням умов для розвитку обдарованих дітей та молоді тощо.

Аналіз останніх досліджень. Сприяють винахідницькій діяльності учнів різні форми позаурочної роботи, які передбачено у навчальному процесі з фізики. Серед них важливе місце посідають Всеукраїнський конкурс-захист робіт учнів – членів Малої академії наук; Всеукраїнський відкритий турнір юних винахідників і раціоналізаторів; учнівські олімпіади з фізики різних рівнів та багато інших.

При цьому міжнародний етап інтелектуальних змагань фізико-технічного спрямування до недавнього часу мали лише фізичні олімпіади (Міжнародні олімпіади з фізики проводяться з 1967 р.). У науково-методичній літературі досить широко висвітлюється інформація про організацію і проведення Міжнародних фізичних олімпіад (для прикладу вкажемо на [2; 1, с. 164; 3]); розглядаються результати участі команди України на чергових міжнародних олімпіадах та публікуються умови олімпіадних задач (наприклад, [4; 5]).

Проте останнім часом спектр масових заходів, які мають відношення до навчального процесу з фізики, доповнився новими міжнародними освітніми проектами. Наведемо чотири з них:

- Міжнародний конкурс науково-технічної творчості школярів *Intel International Science and Engineering Fair* (скорочено *Intel ISEF*);
- Міжнародна олімпіада проектів на тему “Покращення довкілля” *International Sustainable World (Energy, Engineering, Environment) Project Olympiad* (скорочено *I-SWEEP*);
- Міжнародний конкурс молодіжних проектів з енергозбереження “Енергія і середовище”;
- Міжнародний конкурс Стокгольмський юнацький водний приз (*Stockholm Junior Water Prize*).

У зв'язку з тим, що Україна стала учасницею цих заходів порівняно недавно, актуальною є задача висвітлення

інформації про умови їх проведення та про перші здобутки нашої країни на міжнародних етапах цих конкурсів [6].

Автору статті довелося готувати учнів до участі у наведених нових конкурсах. При цьому учні – члени нашої експериментальної групи неодноразово представляли Україну на Міжнародних фіналах цих конкурсів.

Мета статті. У даній статті ми маємо на меті розглянути результати участі учнів нашої експериментальної групи на Міжнародних конкурсах *Intel ISEF* та *I – SWEEP* у 2008/09 та 2009/10 навчальних роках та подати коротку інформацію про ці конкурси.

Вклад основного матеріалу статті. Міжнародний конкурс науково-технічної творчості школярів *Intel International Science and Engineering Fair* (скорочено *Intel ISEF*). Даний конкурс існує вже півстоліття. Він є одним з найбільших міжнародних освітніх масових заходів відомої корпорації *Intel*. Міжнародний фінал конкурсу проводиться у США. Його учасники – переможці Національних етапів конкурсу з понад 60 країн світу, загалом приблизно 1500 осіб. Юні дослідники та винахідники демонструють на конкурсі найсучасніші наукові проекти, обмінюються ідеями та виборюють численні премії, призи та стипендії. Захист робіт перед членами журі та учасниками проходить відкрито – у вигляді постерної (стендової) доповіді. Роботи, представлені на конкурс, можуть бути виконані індивідуально або командно (2-3 учні). Усі проекти мають висвітлювати результати наукових досліджень або практичних розробок, виконаних у будь-який період останнього року.

Національний етап конкурсу *Intel ISEF* щорічно проходить у Києві за категоріями: фізика; математика; хімія; інженерні науки; комп'ютерні науки; науки про людину (анатомія, фізіологія, охорона здоров'я, психологія); науки про Всесвіт (астрономія); науки про Землю (географія, геологія); екологія та проблеми довкілля; екологічно безпечно технології; біологічні науки (ботаніка, зоологія, мікробіологія, біохімія).

Критеріями за якими проходить оцінювання проектів є:

- наукова обґрунтованість дослідження;
- можливість практичного застосування;
- актуальність дослідження;
- чіткість викладення матеріалу, презентаційні навички;
- методологічні підходи, наукові навички;
- творчий підхід.

У 2008/09 навчальному році на Національному етапі розгляданого конкурсу Запорізьку область представляв член нашої експериментальної групи Олександр Оленев – одинадцятикласник багатoproфільного ліцею № 99 м. Запоріжжя – з науково-дослідницькою роботою “Пристрій для вимірювання швидкості і напрямку вітру” (англомовний варіант: “Versatile Wind Velocity and Direction Transducer”). На Національному етапі учень посів I місце і отримав право представляти Україну у фіналі конкурсу.

Міжнародний етап Intel ISEF – 2009 відбувся у травні 2009 р. у м. Рено (штат Невада, США). На секції “Фізика та астрономія” учень посів III місце у секції “Фізика та астрономія” та здобув перемогу ще у кількох номінаціях (зокрема, *Першу премію* Американської метеорологічної асоціації, *Другу премію* Американської асоціації інтелектуальної власності).

Зупинимось далі безпосередньо на роботі учня. Її метою була розробка конструкції анемометра (пристрою для вимірювання швидкості вітру), який би був пристосований до роботи у вітроенергетичних установках та був би позбавлений деяких недоліків вже існуючих пристроїв аналогічного призначення (у першу чергу, відсутність можливості одночасного вимірювання швидкості та визначення напрямку вітру за допомогою одного пристрою, знижена точність за рахунок досить великої кількості механічних з’єднань).

На рис. 1 наведено схему анемометра, розробленого учнем. Принцип дії запропонованого анемометра полягає у наступному. При виникненні вітру, вітровий потік чинить тиск на парус 1, який нерухомо закріплений на головній осі 2. Вісь 2 створює певний кут φ з вертикаллю, який залежить від швидкості вітру. Нахил осі 2 відносно корпусу 4 забезпечує еластична герметична прокладка 3. На іншому кінці головної осі 2 закріплено джерело світла 5, яке випромінює спрямований на реєструвальний пристрій 8 пучок світла. Реєструвальний пристрій складається з фотоелементів 9 та мікроамперметрів 10. До головної осі 2 приєднано чотири пружини 6. Парус 1 та джерело світла 5 знаходяться на такій відстані від прокладки 3 та мають такі масові пропорції, щоб різниця моментів сил тяжіння, що діють на вісь дорівнювала нулю. Завдяки пружинам 6 забезпечується сила реакції, яка створює обертальний момент, що протидіє моменту сили тиску вітру на парус (за допомогою пружин головна вісь повертається у вертикальне положення при відсутності вітру).

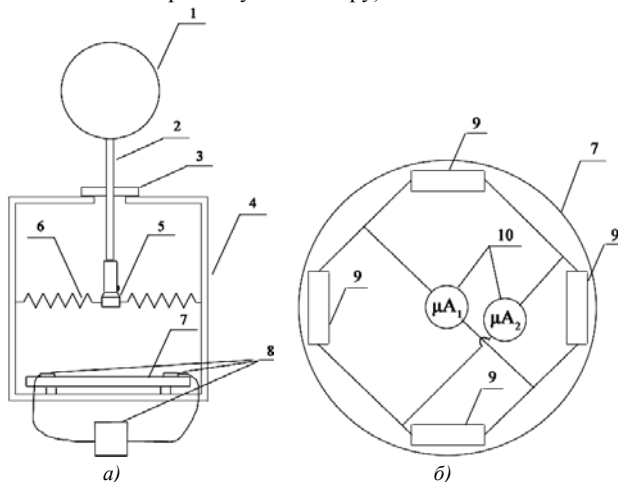


Рис. 1. Анемометр (патент України № 43782U): а) схема пристрою; б) схема його реєструвальної частини: 1 – парус, 2 – головна вісь (стержень), 3 – еластична герметична прокладка, 4 – ударостійкий циліндричний корпус, 5 – спрямоване джерело світла, 6 – пружини, 7 – підставка для реєструвального пристрою, 8 – реєструвальний пристрій, 9 – фотоелементи, 10 – мікроамперметри

При відхиленні головної осі 2 змінюється положення світлового пучка відносно реєструвального пристрою 8. Наближення пучка світла до фотоелементів реєструвального пристрою 8 спричиняє виникнення в них електричного струму внаслідок фотоелектричного ефекту. Фотоелементи з’єднані в індикаторний міст, тож можна заміряти різницю струмів у діагоналях моста мікроамперметрами 10. Це і буде вихідним

сигналом, який потім буде надсилатись до нуля-органу системи регулювання або комп’ютера. Важливо те, що сигнал буде електричним – це значно спрощує зв’язок між частинами системи регулювання вітроенергетичної установки; підвищує точність вимірювання швидкості вітру та визначення його напрямку; уможливило зберігання даних, отриманих з датчика, а також цифрову обробку результатів вимірювання.

На розглянутий винахід “Анемометр” у співавторстві з О. Оленевим було отримано патент України на корисну модель (патент України № 43782 [7]). Експериментальне дослідження даного технічного рішення було проведено за допомогою його діючих моделей (рис. 2).

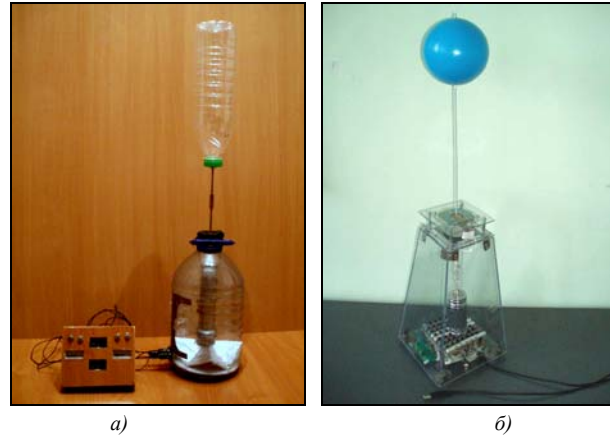


Рис. 2. Діючі моделі анемометра: а) модель, яка була представлена на Національному етапі Intel ISEF; б) удосконалена модель, представлена на Міжнародному фіналі Intel ISEF

Міжнародна олімпіада проектів на тему Покращення довкілля International Sustainable World (Energy, Engineering, Environment) Project Olympiad (скорочено I-SWEEEP). Даний конкурс є відносно молодим. У 2009/10 навчальному році він проводився втретє. Конкурс I-SWEEEP присвячений розробкам у галузі енергозберігаючих технологій та збереження навколишнього середовища.

Фінальний етап конкурсу щорічно відбувається у Хьюстоні (штат Техас, США). Такий вибір не є випадковим. Місто визнане провідним міжнародним центром енергетичної індустрії, біомедичних розробок та авіонавтики.

Конкурс I-SWEEEP організовано корпорацією *Cosmos Foundation*, некомерційною освітньою організацією міста Хьюстон, метою якої є підготовка до ВНЗ учнів середніх шкіл з математики, природничих наук, інженерної справи і комп’ютерних технологій, а також забезпечення освіти світового рівня для громадськості.

Даний конкурс покликаний створити дружнє, але конкурентоздатне середовище, у якому учні можуть представляти свої інноваційні ідеї у відповідь сучасним викликам у галузі інженерних технологій, енергетики і навколишнього середовища. Олімпіада I-SWEEEP дає учням середніх шкіл можливість позиціонувати себе як майбутніх вчених та інженерів. На передньому краї екологічних досліджень і розробок будуть ті, хто має більш глибоке розуміння глобальних проблем і важливість технологій в досягненні глобального сталого розвитку.

Конкурс I-SWEEEP пропагує “концепцію 3E” (від трьох слів *Energy, Engineering, Environment*): сталий розвиток світу та збереження навколишнього середовища можливі лише завдяки екологічно-чистим енергетичним технологіям і інженерії. Відповідно до цього конкурсу має три категорії: *енергозберігаючі технології, інженерія, навколишнє середовище*. Кожна з них складається у свою чергу з підкатегорій. Так, у категорії *енергозберігаючі технології* окремо виділено поновлювані джерела енергії, невідновлювані джерела енергії, біоенергетику, технології “чистої” енергії, енергоефективні технології, енергозбереження, використання енергії.

Учасники конкурсу поділяються на дві вікові категорії:

- юніорська – учні американських шкіл 6-8 класів;
- старша – учні американських шкіл та учні інших країн світу 9-12 класів.

В 2010 р. у конкурсі взяли участь учні з 69 країн світу та 43 штатів США. Загальна кількість зареєстрованих проектів – 1802, з них до Міжнародного етапу потрапило 478. Серед фіналістів було 68 проектів юніорської категорії та 410 – старшої (311 проектів із різних куточків США, 167 з інших країн світу). Загальна кількість учасників – 651, наукових керівників проектів – 360, суддів – 237 та волонтерів – 415.

Культурно-виховна складова *I-SWEEP 2010*, серед іншого, включала відвідування учасниками конкурсу Музею природничих наук та Космічного Центру ім. Л. Джонсона – центр NASA з розробки космічних кораблів, з навчання астронавтів, з підготовки, управління та контролю космічними польотами.

Україна у 2009/10 навчальному році вперше взяла участь у конкурсі *I-SWEEP*. До складу української делегації ввійшли переможці національного етапу конкурсу *Intel Еко-Україна 2010*: Стреляєв Олексій, учень 10 класу Запорізького багатопрофільного ліцею № 99 та Терновий Вадим, учень 1 курсу Економіко-правничого коледжу Запорізького національного університету. Їхній командний проект мав назву “Тепловий двигун із зовнішнім підводом теплоти для водометних суден” (англомовний варіант: “Heat engine with an external heat supply, which works on environmentally clean and economically beneficial cycle”). Представники української делегації отримали сертифікати *I-SWEEP 2010* за участь та суттєвий внесок у розвиток Міжнародної олімпіади проектів на тему “Покращення довкілля”.

Наведемо далі коротку інформацію про проект, який було представлено на конкурсі. В основу розробки було поставлено задачу підвищення екологічних показників та спрощення конструкції існуючих теплових двигунів аналогічного призначення за рахунок використання двофазного перетворення рідини – пара – рідина.

Конструкцію розробленого учнями теплового двигуна (рис. 3) наведемо у вигляді формули винаходу: тепловий двигун із зовнішнім підводом теплоти, що містить корпус із розміщеним в ньому робочим циліндром, камерою згорання, розміщеною під нагрівачем робочого циліндра, паропроводом та радіатором охолодження паропроводу, який відрізняється тим, що додатково містить не менше двох водометних сопел, розміщених за корпусом з можливістю занурення їх у воду, а паропровід, виконаний у вигляді каналів, що з’єднують робочий циліндр та водометні сопла, при цьому порожнина робочого циліндра через паропровід та водометні сопла сполучена з навколишнім середовищем.

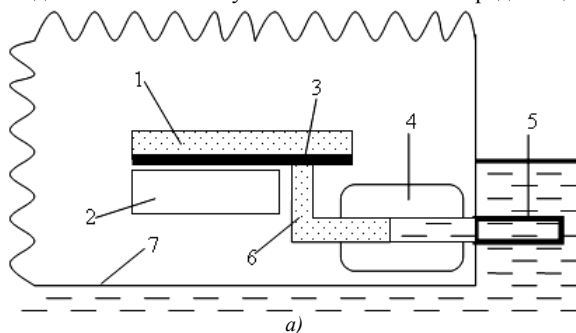


Рис. 3. Тепловий двигун із зовнішнім підводом теплоти: а) схема двигуна; б) його діюча модель: 1 – робочий циліндр, 2 – камера згорання, 3 – нагрівач, 4 – радіатор охолодження, 5 – водометні сопла, 6 – паропровід, 7 – корпус судна

Принцип дії розглянутого двигуна полягає у наступному. Для забезпечення робочого циклу двигуна (рис. 4) його сопла занурюють у воду. Робоче тіло змінює свій агрегатний стан за замкнутим циклом. На першій стадії (ділянка 1 – 2 на рис. 4) робоче тіло отримує від нагрівача кількість теплоти $Q_{12}^{(+)}$ (знак “+” означає, що робоче тіло отримує тепло). При цьому відбувається фазовий перехід рідина → пара, який супроводжується розширенням робочого тіла при сталих температурі T_1 та тиску p_1 ($p_1 > p_a$, де p_a – атмосферний тиск). Розширення робочого тіла призводить до виходу води із водометних сопел, що створює реактивну силу тяги.

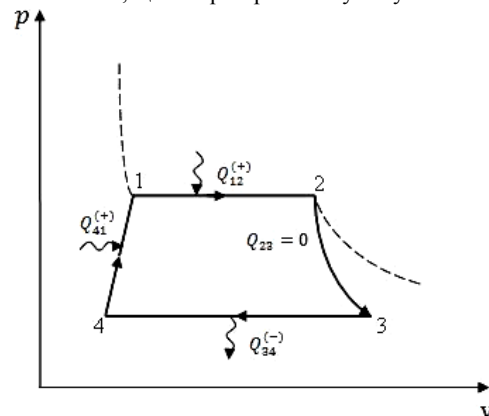


Рис. 4. Робочий цикл двигуна

Коли рідина у робочому циліндрі повністю перетворюється на пару, нагрівач вимикається (точка 2) і деякий час робоче тіло продовжує розширюватися (друга стадія циклу) до тих пір, поки його тиск не зрівняється з атмосферним тиском (гідростатичний тиск шару води не враховано). У кінці другої стадії циклу (точка 3) тиск робочого тіла стає рівним атмосферному ($p_2 = p_a$). При цьому швидкість води у соплі стає рівною нулю. Протягом другої стадії температура робочого тіла знижується: від максимального значення в циклі T_1 до мінімального – T_2 .

У зв’язку із короткотривалістю другу стадію можна наближено вважати як таку, що протікає адіабатно ($Q_{23} = 0$). Таке наближення дозволяє не враховувати процеси тепловіддачі від робочого тіла у робочому циліндрі та у паропроводі в навколишнє середовище.

Подальше охолодження за рахунок віддачі тепла охолоджувачу (третя стадія) призводить до стиснення робочого тіла силою атмосферного тиску. Це стиснення супроводжується фазовим переходом пара → рідина. При цьому охолоджувачу передається кількість теплоти $Q_{34}^{(-)}$, яка виділяється при конденсації пари.

На початку четвертої стадії циклу (точка 4) робоче тіло знаходиться в рідкому стані при температурі T_2 і при атмосферному тиску p_a . Протягом четвертої стадії працює нагрівач, і робоче тіло у рідкому стані розширюється та нагрівається до температури T_1 до тиску p_1 . Протягом цієї стадії робоче тіло отримує від нагрівача кількість теплоти $Q_{41}^{(+)}$. Таким чином цикл завершується.

До переваг розробленого учнями теплового двигуна із зовнішнім підводом теплоти можна віднести зменшення шкідливих викидів в атмосферу; відносну простоту конструкції; можливість використання будь-якого джерела теплоти (різні види палива, сонячна енергія тощо); відсутність передавальних пристроїв (для передачі механічної енергії від робочого тіла до води), а отже, і втрат на них; нечутливість до пилу навколишнього середовища (камера згорання та робочий циліндр відокремлені один від одного) та інші.

Запропонований двигун можна використовувати як рушійний пристрій для морського та річкового транспорту, а також як демонстраційний пристрій для навчального фізичного експерименту. На розглянутий пристрій подано заявку на видачу патенту на корисну модель.

Висновки. Міжнародні фізико-технічні конкурси *Intel ISEF* та *I – SWEEP* створюють умови для залучення учнів до науково-дослідницької та винахідницької діяльності, сприяють розвитку в них творчих здібностей, підвищують рівень зацікавленості до навчання.

Подальші дослідження ми пов'язуємо з розробкою методичних рекомендацій щодо підготовки учнів до участі у міжнародних творчих конкурсах *Intel ISEF* та *I – SWEEP*.

Список використаних джерел:

1. Внеурочная работа по физике / О.Ф. Кабардин, Э.М. Браверман, Г.Р. Глушенко и др.; под ред. О.Ф. Кабардина. – М.: Просвещение, 1983. – 223 с.
2. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Международные физические олимпиады школьников / Под ред. В.Г. Разумовского. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. – 160 с. – (Б-ка “Квант”).
3. Кременський Б.Г. Міжнародна фізична олімпіада як форма роботи з обдарованою молоддю // Фізика та астрономія в школі. – 2009. – № 6. – С. 7-10.

4. Кременський Б.Г. Підсумки та аналіз результатів виступу команди України на 38-й Міжнародній фізичній олімпіаді // Фізика та астрономія в школі. – 2008. – № 2. – С. 54-56.
5. Кременський Б.Г., Пінкевич І.П. Задачі міжнародних фізичних олімпіад. 1987–1999 рр. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2000. – 152 с.
6. Мосякіна Н.Т. Будемо сподіватися // Науковий світ. – 2007. – № 12. – С.25.
7. Пат. 43782 У Україна, G01W1 1/00, G01P 5/00, G01P 5/02. Анемометр / М.А. Дмитренко, А.М. Андреев, О.М. Оленев. – № u200904339; Заявл. 30.04.2009; Опубл. 25.08.2009, Бюл. №16. – 6 с.

In this article considered problem of organization and increasing of success of inventive activity of pupils in process of studying physics. Given some achievements of pupils of experimental group in inventing which were certified on international physical-technical competitions *Intel ISEF* and *I – SWEEP* in 2008/09 and 2009/10 school years. Provides brief information about these competitions.

Key words: inventive activity, studying of physics, international physical-technical competitions.

Отримано: 23.06.2010

УДК 535.21

Е. Л. Антипин, В. Ф. Дмитриева, П. И. Самойленко

Московский государственный университет технологий и управления

ПАРАДОКС В ФИЗИКЕ

В представленной работе предлагается более полно и подробно воспользоваться материалом уже известных физических парадоксов (как решенных, так и не полностью решенных) в образовательном процессе, что, по нашему мнению, позволит выйти на более глубокий уровень познания сути явлений окружающего мира.

Ключевые слова: парадокс, энтропия, информация, второе начало термодинамики, идентичность.

Как известно, парадоксом называют какое-либо неожиданное явление или рассуждение, находящееся в противоречии со здравым смыслом. В частности, в физике этим обозначается противоречие рассматриваемого явления общепринятым законам физики (постулатам, теориям). За всю историю существования физики подобных парадоксов было немало, и вопрос решения некоторых из них до сих пор остается открытым.

Уже тот факт, что в парадоксе мы имеем «кажущееся» нарушение каких-либо законов порой приводит к тому, что для его разрешения требуется выйти за рамки того раздела физики, в котором фиксируется данное «нарушение». И в этом состоит своеобразное преимущество парадокса перед какой-либо текущей физической задачей (если так, конечно, можно выразиться)! Пытаясь его разрешить, исследователь вводит в свое рассмотрение новые понятия и, соответственно, новые идеи! Все это приводит к более глубокому пониманию физической сути процесса. Ведь не секрет, что, к сожалению, частенько понимание сути явления подменяется знанием соответствующего набора математических формул. Поэтому современная система образования должна содействовать развитию подобного исследовательского духа у учащихся. И одним из методов этого содействия должно стать обращение к решениям тех или иных физических парадоксов (по нашему мнению). Тем более, что они есть практически в любой области физического знания. К сожалению, в учебной литературе не часто встретишь подробное изложение (не говоря уже о подробном решении) какого-либо парадокса. А ведь рассмотрение даже уже решенного парадокса, но уже с позиции современного уровня знания, может вывести учащегося на качественно новый уровень восприятия окружающего мира. Покажем это на нескольких примерах.

В 1776 году французский ученый Лаплас придумал мысленный эксперимент, в котором вымышленное разумное существо (демон Лапласа) способно знать для любого момента времени положение и скорость каждой частицы Вселенной. Тем самым, оно способно знать ее эволюцию, как в будущем, так и в прошлом (детерминистическое описание). Лаплас осознавал огромные трудности в реализации подобного описания, но полагал его принципиально достижимым. Разумеется, существуют доводы, которые

ставят под сомнение существование подобного «разума» (некоторые выводы квантовой механики). А вот как решает эту проблему, например, третье начало термодинамики.

Знание, например, положения или скорости – это информация! Авторы работы [1] предложили следующую оценку количества информации в каком-либо сообщении. Измеряя информацию в битах (b), количество информации в сообщении равно

$$I_b = \log_2 \frac{p_1}{p}. \quad (1)$$

Здесь p – априорная вероятность некоторого события (до получения сообщения), а p_1 – вероятность того же события, но уже после получения сообщения. Как известно, энтропия системы связана с числом W ее микросостояний. Априорные вероятности всех микросостояний системы одинаковы, а количество таких микросостояний для любой макроскопической системы огромно. Представим себе заведомо невыполнимую в реальности ситуацию: нам точно известно, в каком микросостоянии находится система. Тогда вероятность нахождения системы в этом состоянии до его определения равна $1/W$, а после – 1 (достоверная информация). Согласно (1) полученная информация равна

$$I_b = -\log_2 \frac{1}{W} = \log_2 W. \quad (2)$$

Если сравнить (2) с формулой Больцмана ($S = k \ln W$), то можно отметить их совпадение (с точностью размерного множителя).

Знание микросостояния – это полное описание системы. Поэтому энтропия системы, по сути, есть та информация, которой не хватает для ее полного описания. Следовательно, получая информацию о системе, мы будем фиксировать уменьшение ее энтропии.

Можно полагать, что количество микросостояний Вселенной бесконечно. Поэтому имеется только одна возможность получить макроскопическую систему в одном определенном микросостоянии: температура системы должна равняться абсолютному нулю. При абсолютном нуле система имеет только одно микросостояние. Однако его достижение запрещается третьим началом термодинамики.