

theoretical analysis of the main aspects of the terms and principles of sports and recreation activities schoolchildren.

Key words: physical culture personality, health, sports and recreational activities, students, provided the principles of healthy lifestyle.

УДК 378.016 : 53

Меняйлов С. М.

ВПЛИВ ФІЗИКИ НА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

У статті розглянуто проблему взаємозв'язку законів фізики з питаннями більш широкого, філософського та екологічного змісту на прикладі протиріч між класичними законами термодинаміки та законами еволюції. Спроби пояснення стійкої нерівноваги живих систем призводять до появи нових наукових течій, у тому числі екологічних, орієнтуватися в яких та розкривати їх сутність має бути готовим сучасний учитель.

Ключові слова: дисипативна структура, екологічна компетентність, негативна ентропія, синергетика, флуктуаційна гіпотеза.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими практичними завданнями: досить часто впровадження результатів фізичних досліджень у промисловість призводить до виникнення нових джерел забруднення навколишнього середовища, таким чином, для багатьох фізика й екологія здаються поняттями несумісними. Але фізика може дати для екології багато позитивних практичних ідей, це можливо й при вивченні закону зростання ентропії, який вступає в протиріччя з самим фактом виникнення життя на Землі та подальшою його еволюцією. Учитель має бути готовим до обговорення широкого спектру питань щодо практичного застосування законів фізики. Проблемі сумісності та взаємозв'язку між поняттями ентропії, земної еволюції та їх використанням для формування екологічної компетентності присвячена пропонується стаття.

Одним з головних завдань модернізації та вдосконалення змісту освіти є здатність досліджувати навколишній світ шляхом реальної взаємодії з ним [1]. Таким чином, закони, які вивчають учні та студенти, мають знаходити своє відображення у навколишній реальності і не мати з нею суперечностей. Питання пов'язані з ентропією важливі для розвитку екологічної свідомості людей, оскільки незнання та ігнорування суспільством законів розвитку природи призводить до екологічної кризи [3]. Дослідженням протиріч між ентропією та еволюцією займається такий новий напрямок наукових досліджень, як синергетика [6; 7], яка вже застосовується для модернізації процесу навчання фізики [5]. Використанню ідей, запропонованих розробниками синергетики, присвячене наше попереднє дослідження [4].

Ціллю статті є висвітлення способу осучаснення фізичної освіти шляхом використання нових теорій, які б допомогли виховувати в учнів та студентів екологічний світогляд і подолати уявні протиріччя між фізичними законами та реаліями навколишнього світу.

Наявність організованих структур є найважливішою рисою природи. Організовані системи, які виникають у ході власних внутрішніх нерівноважних процесів, Пригожин назвав дисипативними структурами. На відміну від упорядкованих структур, виникнення яких обумовлено зовнішніми впливами, дисипативна система обмінюється енергією і речовиною з навколишнім середовищем, що забезпечує стан динамічної рівноваги, незважаючи на внутрішні втрати в системі. Системи океанічних течій, циркуляція повітря в атмосфері є прикладами дисипативних структур, що існують на планеті. Земля є

відкритою системою, яка отримує енергію від Сонця, ця енергія трансформується в інші форми.

Вернадський вважав, що антропогенний вплив на такі структури може стати потужнішим фактором, ніж всі природні процеси разом узяті. При збереженні або прискоренні темпів забруднення біосфери стійкість навколишнього середовища як екологічної ніші стійкого існування і розвитку цивілізованої людини буде зруйнована. Головне природне протистояння відбувається між спровокованими людиною геофізичними процесами, які збурюють біосферу, і можливостями природи компенсувати ці збурення. Сучасний частково забруднений стан є все ще оборотним і може повернутися в колишній стійкий стан при кардинальному скороченні антропогенного забруднення.

Завдання екології полягає у встановленні причин і умов виникнення і розвитку біосферних систем, вивчення стійкості цих систем. Екологія в цьому випадку розуміється як наука, що вивчає процеси самоорганізації та еволюції систем у живій і неживій природі, особлива роль фізики у вивченні найважливіших проблем екології є очевидною.

Проблема взаємозв'язку між ентропією та еволюцією з'явилася ще у ХІХ столітті. Гельмгольц та Больцман першими зауважили протилежні спрямованості закону зростання ентропії і законів еволюції. Закон зростання ентропії передбачає збільшення хаосу та кінцеву "теплову смерть" Всесвіту, а реальна еволюція живих систем свідчить про процеси переходу від простих систем до складніших, або до зростання порядку. Людвіг Больцман розмірковував про можливість локальних відхилень від закону зростання ентропії. Він розумів, що у системі можуть утворюватися згустки, в яких протягом деякого інтервалу часу ентропія буде зменшуватися. Але це зменшення буде компенсовано загальним збільшенням ентропії у всій системі. Якщо розглядати нескінченний простір-час Всесвіту, то Земля може бути однією з таких флуктуацій, де ентропія почала зменшуватись і виникла упорядкованість. Зараз ентропія знову збільшується й завданням людської цивілізації має бути зменшення темпів росту ентропії для збереження нашої екосистеми.

Матеріальний світ рухається у напрямку збільшення ентропії, що в кінцевому рахунку мало б призвести до одноманітності й хаосу. У той же час на біологічному рівні відбувалося щось зовсім інше: види ставали все більш різноманітними, складними та організованими. Закон зростання ентропії є універсальним законом зменшення складності, в той час як еволюція відбувається за законом зростання складності. Яким же чином сили біологічного розвитку і сили фізичної дегенерації можуть діяти всупереч одна одній? Це питання можна звести до питання про те, як можна оминати другий закон термодинаміки, або як змогло відбутися відключення другого закону на деякий час і в деякому місці, що дозволило еволюції перебороти ентропію.

Однією з відповідей є те, що Землю можна розглядати як відкриту систему з постійним поповненням енергії від Сонця. В ізольованій системі ентропія завжди буде рости. Але ж і у відкритій системі ентропія може рости навіть швидше, ніж якби система була ізольованою. Простий приплив теплової енергії в систему збільшує ентропію цієї системи, прикладом можуть бути смерчі, цунамі тощо. Відкритість системи для зовнішньої енергії не вирішує проблему зростання ентропії, а робить її ще більшою. Щоб компенсувати цю тенденцію, зовнішня енергія мала б бути передана не у вигляді простої енергії, а як організована інформація. Адже енергія Сонця перетворила неживі молекули "первинного бульйону" в складні, високо організовані живі клітини, здатні до самовідтворення, а потім і у мислячі людські істоти.

Еволюціоністи цю проблему поки що не вирішили. Але є теоретики, які визнали проблему і запропонували певні припущення щодо можливих напрямків її вирішення. Пригожин висунув ідею про можливе джерело нової складності в природі. Він припустив, що в системах далеких від рівноваги в результаті припливу зовнішньої енергії і потужного внутрішнього розсіювання енергії можуть утворюватися деякі упорядковані структури.

Також виникали питання щодо застосовності закону зростання ентропії до живих систем. Нобелівський лауреат Ж. Моно підняв питання щодо можливості застосування законів фізики до живих організмів. Він займався питаннями метаболізму або обміну речовин – набору хімічних реакцій, які дозволяють організмам рости і розмножуватися, зберігати свої структури і відповідати на дії навколишнього середовища. Та ідея про незастосовність другого закону термодинаміки до живих структур викликає великі сумніви, експериментальних доказів незастосовності цього закону до таких структур немає. Природа не знає розподілу матеріальних об'єктів на живі і неживі, це робить тільки людина у своїй свідомості.

Викликає цікавість також концепція Шредінгера, одного з засновників квантової механіки. Ця концепція базується на двох ідеях. Перша ідея виражає принцип стійкої нерівноваги живих систем. Друга ідея, розвиваючи першу, полягає у тому, що жива система зберігає нерівноважний стан черпаючи необхідну упорядкованість з довкілля, таку упорядкованість ще називають негативною ентропією або негентропією. Загалом Шредінгер формулює свою ідею так: організм залишається живим "лише шляхом постійного вилучення з довкілля негативної ентропії. Негативна ентропія це те, чим харчується живий організм".

За Шредінгером, живі системи мають властивість черпати порядок із довкілля. Наша планета отримує високоякісну енергію від Сонця; якість цієї енергії визначається малою ентропією по причині високої температури поверхні Сонця. Земля переробляє енергію, що супроводжується зростанням ентропії у навколишньому середовищі, і викидає відпрацьовану енергією в космічний простір разом із ентропією. Саме ця обставина забезпечує життєдіяльність Землі. Але таким чином проблема існування життя Землі пояснюється лише на рівні загальних уявлень. Проблеми молекулярної самоорганізації, принципи відбору і еволюції вимагають пояснення на фізичному та хімічному рівні. Останні досягнення науки показали обмеженість спрощеного уявлення ентропії як міри безладдя.

У монографії "Що таке життя?" [8], яка стала класикою науково-популярної літератури і відіграла важливу роль у розвитку генетики, повернувши до неї увагу представників "точних" наук, Шредінгер намагався пояснити біологічні процеси з погляду фізики: "Яким чином фізика та хімія можуть пояснити процеси, що відбуваються у просторі і часі всередині живого організму? Очевидна нездатність сучасної фізики та хімії дати пояснення таким явищам зовсім не є причиною сумніватись, що вони можуть бути пояснені цими науками". Хоча ентропія зростає з плином часу в ізольованій системі, відкрита система може зберігати свою ентропію низькою значно збільшуючи ентропію на своїх околицях, що і роблять живі істоти. Рослина, наприклад, поглинає дуже енергоємне сонячне світло, використовує його і викидає інфрачервоне світло, енергія якого набагато менш концентрована. Загальна ентропія Всесвіту збільшується в процесі фотосинтезу, при цьому підтримуючи струнку внутрішню структуру живого організму.

Шредінгер відповідає на питання про різницю між живою матерією та неживою стверджуючи, що для живих організмів характерна "впорядкованість базована на впорядкованості" на протигагу "впорядкованості базованої на невпорядкованості", властивої для статистичних законів фізики. У живих системах невелика група впорядкованих атомів (носіїв спадкової інформації) керує утворенням нової впорядкованої системи, яка здатна існувати за своїми законами впродовж тривалого часу. Живі системи уникають переходу до термодинамічної рівноваги (смерті) постійно харчуючись "негативною ентропією", яка міститься у їжі тварин, та у сонячному світлі для рослин.

Розвиток концепції Шредінгера можна побачити в ідеях синергетики. Цей термін запропонований Германом Хакеном для позначення підходу, у якому процеси самоорганізації вивчаються з різноманітних позицій, зокрема, і з позиції теорії дисипативних структур Іллі Пригожина. Такий підхід використовується у фізиці, хімії,

біології та інших науках. Синергетика вводить поняття дисипативної структури як нерівноважної структури, яка створюється за рахунок відкритості системи та існування дихотомії системи та середовища (поділу обсягу поняття на два видові поняття, що суперечать одне одному [9]): зменшення ентропії у системі відбувається шляхом зростання ентропії середовища.

Синергетика займається пошуком певних спільних рис, які притаманні фізичним, хімічним чи біологічним системам. Синергетика внесла до концепції Шредінгера поправку про те, що протиріччя між системою та навколишнім середовищем притаманне не тільки живим системам, а виявляється й у неживій природі. Але й синергетика не може дати відповіді на питання про те, звідки береться упорядкованість у відкритих системах.

Також хочемо звернути увагу на роботу російського геохіміка Еріка Галімова [2] про походження життя і закони еволюції. Дарвінізм не пояснює механізм зародження життя. Несподіваний розподіл ізотопів у біомолекулах при дослідженнях біологічного фракціонування ізотопів, виявлений Галімовим, став приводом для роздумів над особливостями хімії біологічних систем. Пояснення Галімова засноване на нетрадиційному розгляді процесу упорядкування в рамках лінійної нерівноважної термодинаміки. Доводиться, що поряд з відомими властивостями живих систем: відкритістю, нерівноважністю і стабільністю, важливою є ітеративність (ітеративний означає дію, що повторюється: багаторазовий, повторний).

У часи Шредінгера рівняння термодинаміки могли розв'язати тільки для закритих рівноважних систем. У 1960 році Пригожин добився прогресу у передбаченні поведінки відкритих систем із слабкими зовнішніми джерелами енергії. Але поведінка систем, далеких від рівноваги, які пов'язані з навколишнім середовищем із потужними джерелами енергії, не могла бути передбачена.

Ця ситуація змінилася в кінці дев'яностих років минулого століття, в основному завдяки роботам Кріс Jarzynski та Крукса, який сформулював "теорему флуктуації". Ця теорема дає точне математичне вираження для ймовірності того, що ентропія буде текти в напрямку, протилежному до того, який диктується другим законом термодинаміки.

Цікавим також є питання про самостійну реплікацію мікроструктур. Скупчення атомів при деякій температурі мають імовірність організувати себе щоб краще резонувати з джерелами механічної, електромагнітної або хімічної енергії в своєму середовищі (атмосфера або океан). Самореплікації приводять до еволюції життя на Землі. Вчені спостерігають самореплікації також і в неживих системах. Біофізик Корнельського університету Карл Франк навіть висловив думку, що різниця між живою і неживою матерією не є такою корінною. Так, турбулентні вихори в рідині можуть спонтанно розмножуватися, використовуючи енергію від тертя навколишніх шарів рідини. Сніжинки, піщані дюни виникають в системах багатьох частинок під впливом процесів конденсації, вітру тощо. Самовідтворення збільшує структурну організацію і є засобом, за допомогою якого сильно керовані системи збільшують свою здатність перетворювати та розсіювати енергію. Рослина, наприклад, набагато краще націлена на захоплення і використання сонячної енергії ніж неструктуроване скупчення атомів вуглецю.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Досвід розробки фізико-математичних моделей природних процесів може бути корисним у дослідженні впливу антропогенних впливів на функціонування екосистем. Широкий спектр фізичних методів вивчення речовини повинен знайти застосування в створенні ефективних засобів моніторингу екосистем різного рівня. Екологія є наукою, покликаною синтезувати сукупність наукових знань про біосферу, саме фізика може бути таким об'єднуючим засобом. Використання вчителями фізики досягнень учених різних галузей науки допомагає учням та студентам побачити взаємозв'язки та гармонію навколишнього світу і використовувати його резерви з максимальною ефективністю, що і є запорукою стабільного розвитку нашої цивілізації.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бондаренко І. М., Касперський А. В. Деякі аспекти реформування і вдосконалення змісту природничо-наукової освіти в загальноосвітній і вищій школі // Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. – Херсон: Грінв Д.С., 2012. – С. 5–6.
2. Галімов Е. М. Феномен життя. Між рівновагою і нелінійністю. Походження і принципи еволюції. – М., 2001. – 256 с.
3. Глуханюк В. М. Формування теоретичного рівня екологічної свідомості майбутніх учителів технологій // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, 2013. – Вип. 19. – С. 270 – 272.
4. Меньяйлов С. М., Максимов С. Л., Рудницька Ж. О., Сліпучіна І. А. Проблема детермінізму при навчанні фізики у вищій школі // Вісник Чернігів. нац. пед. ун-ту ім. Т.Г. Шевченка. Серія: Пед. науки. – 2013. – Вип. 109. – С. 208 – 210.
5. Суховірська Л.П., Садовий М.І. Формування уявлень еволюційно-синергетичної картини світу в учнів середніх навчальних закладів у процесі вивчення фізики // Вісник Чернігів. нац. пед. ун-ту ім. Т.Г. Шевченка. Серія: Пед. науки. – 2012. – Вип. 99. – С. 121 – 125.
6. Сайт С.П. Курдюмова "Синергетика" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.spkurdyumov.narod.ru/Start1N.htm – Загол. з екрану
7. www.philosophy-sd.narod.ru/synergetics.htm – Загол. з екрану
8. "What Is Life?" Erwin Schrodinger First published 1944 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://whatislife.stanford.edu/LoCo_files/What-is-Life.pdf – Загол. з екрану
9. E-slovník. Тлумачний словник української мови [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eslovnik.com> – Загол. з екрану

Меньяйлов С.М.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

В статье рассмотрена проблема взаимосвязи законов физики с вопросами более широкого, философского и экологического содержания на примере противоречий между классическими законами термодинамики и законами эволюции. Попытки объяснения устойчивого неравновесия живых систем приводят к появлению новых научных течений, в том числе экологических, ориентироваться в которых и раскрывать их сущность должен быть готов современный преподаватель.

Ключевые слова: диссипативная структура, экологическая компетентность, отрицательная энтропия, синергетика, флуктуационная гипотеза.

Mieniailov S.M.

THE INFLUENCE OF PHYSICS AT FORMING ECOLOGICAL COMPETENCE

This article considers a problem of the relationship of the physics laws to broader issues of philosophical and environmental content as an example of contradictions between the classical laws of thermodynamics and the laws of evolution. Attempts to explain the continual imbalance of living systems led to the appearance of new scientific trends, including environmental ones. Every modern teacher must be ready make known their essence.

Key words: dissipative structure, ecological competence, negative entropy, synergetics, fluctuation hypothesis.