

– підготовку студентів на завершальному етапі вищої освіти, яка повинна відповідати змісту і вимогам, прийнятим на державному рівні для вищих навчальних закладів;

– реалізація цільових, наукових програм і проектів в університеті;

– удосконалення необхідної методичної та нормативно-правової бази системи освіти в межах університету.

Використана література:

1. Концептуальні засади моніторингу і забезпечення якості освіти в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова. – К., 2005.
2. Моніторинг якості освіти: становлення та розвиток в Україні: Рекомендації з освітньої політики / [під заг. ред. О. І. Локшиної]. – К. : “К.І.С.”, 2004. – 160 с.
3. Цехмістрова Г. С. Управління в освіті та педагогічна діагностика: навч. посіб. для студ. вищих навчальних закладів // Цехмістрова Г. С., Фоменко Н. А. – К. : Видавничий Дім “Слово”, 2005. – 280 с.
4. Чурилов Н. Типология и проектирование выборочного социологического исследования (история и современность) / Н. Чурилов. – К. : Факт, 2008. – 366 с.
5. Яременко О. О. Науковий супровід, моніторинг та оцінка ефективності соціальних проектів / О. О. Яременко, О. Р. Артюх, О. М. Балакірева та ін. – К. : Державний центр соціальних служб для молоді ; Державний інститут проблем сім’ї та молоді, 2002. – 123 с.
6. Ярошенко А. О. Соціальний моніторинг якості освітньої підготовки студентів НПУ імені М. П. Драгоманова / Ярошенко А. О., Роздобутько О. М., Корольова Ю. В. // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова / за ред. П. В. Дмитренка. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. – Вип. 21. – С. 258-267. – (Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи).

Роздобутько О. М., Корольова Ю. В. Соціальний моніторинг професійної підготовки випускників НПУ імені М. П. Драгоманова.

В статті розглядаються основні принципи соціального моніторингу освітньої діяльності в рамках концепції якості освіти. Акцентовано увагу на пріоритетні напрями завдань соціального моніторингу вищих навчальних закладів України. На основі даних соціологічного анкетного опитування студентів університету продемонстровано якість професійної підготовки випускників.

Ключові слова: соціальний моніторинг; мета, завдання, соціального моніторингу; враження студентів від навчання.

Rozdobutko O. M., Koroleva U. V. Social monitoring of graduates vocational training of the National Pedagogical University after M. P. Dragomanov.

In article main principles of social monitoring of educational activity within the limits of the concept of quality of education are considered. Priority tasks of social monitoring in educational institutions of Ukraine are allocated. On the basis of impressions of graduates of National Pedagogical Dragomanov University, received as a result of questioning, quality of vocational training of students is shown.

Keywords: social monitoring; the purpose, the task of social monitoring; students impression of education.

Садовий М. І.
Кіровоградський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

ВИКОРИСТАННЯ СИНЕРГЕТИКИ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

У статті розглянута актуальна тема використання синергетичного підходу до навчання термодинамічних явищ та процесів у середніх на вищих навчальних закладах.

Ключові слова: синергетика, термодинаміка, нерівноважні стани, навчання фізики.

У педагогічних дослідженнях набуває розвитку синергетичний підхід до аналізу тих чи інших явищ, процесів. Поступово поняття синергетики входить у методику навчання фізики. На нашу думку уже виникли сприятливі умови для ознайомлення з його змістом та дати приклади застосування як викладачів вищих навчальних закладів, так і учителів середніх шкіл. Ми започаткували ряд методичних рекомендацій, які можна використати у процесі навчання фізики і пропонуємо їх для використання.

Вивчення закономірностей розвитку поняття хаосу цікавило суспільство протягом всієї історії розвитку людської думки. З хаосом нерідко пов'язували уявлення про згубне безладдя, про безперспективність. Такі уявлення є найбільш розповсюдженими і в повсякденному житті.

Ідея первинного хаосу набула поширення ще у древніх міфах, у східній філософії, у вченнях стародавніх греків [1; 2].

Гесіод у "Тяжінні" розвинув дві концепції хаосу: як фізичний простір та як дещо живе, життєдіяльне.

Аристотель, Платон більше розвинули першу концепцію. У своєму вченні Платон розглядав уявлення про перетворення споконвічного Хаосу в Космос і виникнення з нього "життєдіяльного".

У ведійських "Рігведах" повторюється їх думка.

Метою статті є показати, що викладені вище уявлення співзвучні із сучасним станом розвитку природознавства. Нового змісту набуло поняття хаосу у 70-і роки ХХ століття. Виник напрям, який дістав назву синергетики [3]. У основі напрямку покладено складні системи з процесами, здатними до **самоорганізації**, що властиве земній Природі. В них еволюція протікає від хаосу до порядку, від симетрії до складності, що постійно зростає. У цьому зв'язку нових властивостей набуває поняття симетрії. Цей напрям доцільно застосувати і у методичних дослідженнях.

Синергетика (від древньогрецького: συν – приставка зі значенням спільності і ἔργον – діяльність) – міждисциплінарний напрям наукових досліджень, завданням якого є вивчення природних явищ і процесів на основі принципів самоорганізації систем (що складаються з підсистем). "Наука, що займається вивченням процесів самоорганізації і виникнення, підтримки, стійкості і розпаду структур самої різної природи" [3, 27]. Новітнє розуміння терміну "синергетика" ввів Герман Хакен в 1977 році [3].

Доцільно наголосити увагу суб'єктів навчання на визначенні структури як стану системи, що є основною функцією синергетики. Такі структури є багатоелементними, які у своєму розвитку не прямують до стандартного усереднювання термодинамічного рівноважного типу, бо має місце приплив енергії ззовні, а тому мають не лінійність внутрішніх процесів. У цих процесах можуть бути особливі режими із загостреннями і нестійкими станами. Крім систем до синергетики можуть відноситись і багатofакторні середовища.

Наголошуємо, що у позначених системах не проявляються друге начало термодинаміки, як і теорема Пригожина про мінімум швидкості приросту ентропії. Тоді за таких умов можливе утворення **нових** структур і систем, у тому числі і складніших, ніж початкові. **Новаційний напрям у науці виник завдяки дослідженням вчених нерівноважних станів у термодинаміці.** Грунтовними є висновки І. Р. Пригожина, що в нерівноважних відкритих системах можливі ефекти, що приводять не до зростання ентропії і прагнення термодинамічних систем до стану рівноважного хаосу, а до "мимовільного" виникнення упорядкованих структур, до народження порядку з хаосу [5]. Вчений був удостоєний Нобелівської премії в галузі хімії за 1977 р., тривалий час очолював всесвітньо відому брюссельську школу фахівців у цій галузі. Революційні новації полягають у перенесенні в термодинаміку найважливіших **кібернетичних понять** про **багаторівневу** систему, про **саморегуляцію** за принципом зворотного зв'язку,

про автоколивання. Такий підхід привів до відкриття і дослідження нових можливостей, внутрішніх резервів термодинамічних систем стосовно їхнього розвитку і логічного утворення нових і, нерідко більш складних структур. Такий підхід, зокрема підтверджений дослідженнями, про те що уже не у фотосинтезі рослин, а у потенціальних можливостях існуючих фізичних і хімічних систем виявлено могутні потенційні щодо розвитку, всупереч руйнівному закону зростання ентропії. Причому друге начало термодинаміки зберігає свою справедливість як утверджений і перевірений закон природи. **Новизна полягає у тому, що сфера дії другого начала термодинаміки є аж ніяк не безмежною, як це трактується в класичній термодинаміці.** На нашу думку необхідно знайомити учнів та студентів з цією властивістю навколишнього світу.

Ми пропонуємо розглянути суб'єктам навчання доступний кожному уявний чи віртуальний з допомогою комп'ютера приклад, підтверджений повсякденною практикою. Учня та студентам добре відомо, що дзеркальна водяна поверхня ставка, озера чи моря під час штилю є класичним зразком системи, що перебуває в термодинамічній рівновазі. Згідно класичної термодинаміки ця система протистоїть усім спробам вивести її із цього стану.

Аналогічний стан маємо і у великих об'ємах повітря над водяною поверхнею.

Після детального опису вказаних рівноважних станів, згідно навчальної програми, пропонуємо провести дослідження зміни цих станів, коли на поверхню води кинемо камінь, краще всього прямовисно.

Падаючи у повітрі камінь утворює стиснення та розрідження у шарі повітря за собою – область нерівноважного стану. Стиснені бокові поверхні утвореного циліндра передають імпульс у різні сторони. У розріджений об'єм поступово поширюється повітря, розширюючи об'єм повітряного циліндра до меж втрати впливу збурення на стійку подальшу симетричну систему повітряного шару. Виникають дисипативна повітряна система, яка утворює нові стани і поступово самовільно приходить з хаотичного стану до порядку.

Тепер розглянемо поведінку каменя, що летить до поверхні води. Долетівши до неї камінь натискує на поверхневу її пверхню, що у рівноважному стані і прогинає її. Маємо випадок порушення рівноваги системи. Якщо камінь не розірве поверхні води, то матимемо випадок коливної системи, яка поступово самостійно приходить у стан рівноваги.

У іншому випадку, пірнувши вглибину, камінь захоплює за собою частину води. На поверхні утвориться впадина. Але тут у дію вступають сили поверхневого натягу. Вони прагнуть повернути поверхню води до середнього рівня, однак за інерцією виштовхують її вище за середній рівень. Утвориться загальновідомий фонтанчик над поверхнею води. Але потім під дією сили земного тяжіння він падає назад і на короткий проміжок часу занурюється нижче середнього рівня, хоча вже не так глибоко. Потім знову сили поверхневого натягу за інерцією підкидають стовпчик води вище за середній рівень, хоч вже не так високо. Цикл повторюється, поки не настане остаточне заспокоєння (релаксація). На поверхні моря це виглядає як згасаюче джерело кругових хвиль, які розсіюють енергію падіння каменя на поверхні води.

У термінах класичної термодинаміки ця подія називається флуктуацією, тобто місцевим і короткочасним відхиленням системи від стійкого, рівноважного середнього стану. Слід підкреслити, що у даному випадку можна говорити про флуктуацію значною мірою **умовно**, бо, насправді, флуктуації народжуються у самій системі, а не в результаті зовнішнього впливу на неї. Але тут важливий лише аспект поведінки системи після того, як її невелика частина на короткий час виводиться з термодинамічної рівноваги. Звертаємо увагу, що у рівноважній системі флуктуації приречені на розмивання. Таке розуміння флуктуацій у класичній термодинаміці, яка не передбачає механізмів, які б дозволяли їм підсилюватися й породжувати нові стани системи і її нові структури.

Одночасно морська поверхня здатна хвилеподібно структуруватися, породжуючи просторово-часовий порядок із закономірностями на зразок, наприклад знаменитого “дев’ятого валу”. Але для цього необхідно постійно і на великій площі виводити цю систему з термодинамічної рівноваги. Це й робить у “дев’ятому валі” сильний вітер. За умови такого зовнішнього підведення енергії мають місце закони поширення й резонансного підсилення хвиль на водянній поверхні. Тоді вони є внутрішніми резервами її структурування.

Доцільно наголосити суб’єктам навчання на наступному. У теорії дисипативних структур структурування пов’язують зі зниженням *симетрії* системи [5]. У випадку водневої поверхні це реальність. Її симетрія максимальна в стані безструктурної рівноваги, коли в ній немає ніякого переважного напрямку. Ця симетрія наочно знижується в штормовому морі, на поверхні якого хвильові структури орієнтовані в новому напрямку.

Ми пропонуємо розглянути під час навчання інший уявний приклад, який вимагає проявити творчість. Проаналізуємо відомий термодинамічний процес великої рівноважної системи повітряних мас за умов структурування дисипативних систем. Найбільш сприятливі вони для повітряних мас у другій половині спекотних липневих днів в селі, яке знаходиться на відстані 20-25 км від певного промислового об’єкту, що має викиди у атмосферу. У самому селі маємо випадок незначних зовнішніх впливів на систему.

З практики відомо, що навіть за наявності руху повітряних мас, особливо у липні має місце задуха. Люди з давніми переломками, наприклад ноги, як своєрідними барометрами погоди запевняють, що через дві-три години буде гроза, хоч на небі ні хмаринки, тільки дим від труб у протилежний бік від села, наприклад потужної ТЕЦ на обрії, що за два десятки кілометрів. Через годину за сонячної погоди мешканці села чують віддалене гуркотіння грому. Пересічний громадянин на це не звертає уваги.

Непомітно, “з нічого” у районі ТЕЦ виникла хмаринка. Помітно, що від неї до землі простяглися видимі струмочки дощу. Логічно, що хмаринка з підвітряного боку повинна віднести вітром від села. Але ця хмаринка поводить зовсім інакше. Вона розпливається по небу і рухається до села проти вітру. З давніх давен людям відомо, що у спекотне літо грозові хмари можуть рухатись і проти вітру. Незабаром створюється могутня хмара з градовим відтінком на висоті порядку 8 кілометрів. З неї вже не струмки дощичку виливаються, а стіною ллє злива. Велика кількість блискавок, лунає потужний тріск та ревіння грому. Далі уже над селом збираються хмари. Починає гриміти на іншому кінці неба. І знову з нічого. За короткий проміжок часу, з півгодини, утворився новий грозовий осередок.

Ще 20 хвилин і день перетворюється на сутінки. Усе навколо блискає і гримить. Має місце злива зі шквалом, можливий град. Через годину чи менше стихія минає, злива слабшає, починається дрібний рівний дощ без грози. Нещодавно чорні хмари над селом, перетворюються на аморфні шаруваті, які згодом розсіюються. Під вечір від них залишається лише безструктурний туман, що у низинах затримається на всю ніч.

Пропонується описану картину розглянути як термодинамічну систему. З’ясуємо чи відповідає термодинамічній системі внутрішній потенціал її структуроутворення. Аналіз приводить до висновку, що цей потенціал інший. *Мемо випадок прихованої теплота конденсації перенасиченої пари в полі тяжіння Землі.* Вона розподілена у всьому об’ємі передгрозової атмосфери. Температури, необхідні для конденсації пари, постійно виникають і зникають у всьому об’ємі у вигляді випадкових флуктуацій. Може мати місце три випадки: динамічна рівновага і обидва боки від неї. Картина змін цих флуктуацій подібна до картини дзеркальної водної поверхні під дрібним дощичком: адже кожне джерело згасаючих хвиль у другому випадку – це теж аналог флуктуації. Тільки тепер температурні флуктуації охоплюють увесь об’єм речовини. Інтенсивності й частоти їх виникнення дозволяє кінетична теорія газів Максвелла – Больцмана, однак далі від

цього вона не йде. З погляду теорії *дисипативних* структур, передгрозова атмосфера цілком готова до того, щоб ці *флуктуації*, одержавши підтримку *ззовні*, стали господарями становища й породили *новий*, складно структурований стан термодинамічної системи.

Ставимо проблемне запитання: за яких умов можна вивести термодинамічну систему з рівноваги? Для цього потрібний лише невеликий зовнішній поштовх, який остаточно виведе її з термодинамічної рівноваги. У даному випадку його спричинив дим ТЕЦ. Відомо, що частинки сажі у повітрі інтенсифікують у багато разів процеси конденсації пари. Саме тому над великими індустріальними містами в середньому випадає на третину більше опадів, ніж над їхніми околицями. Але можливі й інші варіанти каталізатора. Зокрема, горіння сміттєзвалищ, штабелів старих автопокришок з чорним димом до небес, чи горить торф'яне болото, або пролетів літак з вихлопом двигунів, викинувши кіптяву в атмосферу. Таким каталізатором може бути наденергійна частинка космічного проміння, що породжує у атмосфері зливу з мільярдів вторинних електронів і мезонів, які у великому об'ємі багаторазово інтенсифікували конденсацію.

Далі конденсація розвивається сама по собі за рахунок усе більш інтенсивного виділення прихованої теплоти переходу "пара-рідина". Пропонуємо суб'єктам навчання згадати добре засвоєне, що ця теплота породжує висхідні конвективні потоки повітря. Вони переносять величезні маси перенасиченої пари в більш холодні області атмосфери. Там знижені температури знов-таки багаторазово інтенсифікують процес конденсації. Цей процес захоплює такі висоти, яким у горах відповідає зона вічних снігів і льодів. На таких висотах крапельки туману стають кристаликами льоду, а ті, у свою чергу, діють як каталізатори подальшої конденсації: Тоді над структурами купчасто-дощової хмари швидко утворюється характерна розмита градова структура. Повна просторова симетрія пересиченої пари порушилася. З неї утворилися видимі хмарні структури, які чітко орієнтовані в просторі.

Як правило до цього моменту здійснюваного аналізу термодинамічного процесу утворення грозових хмар труднощів не виникає. Але в цій системі не припиняються й *непомітні* процеси формування *нерівноважної* системи електричних потенціалів. Видимі для спостерігачів є лише акти їх вирівнювання у вигляді розрядів блискавок між хмарами й хмарами та землею. Полинули потоки дощу, наголошуємо: потоки, а не рівний дощ. Це означає подальше *зниження* рівня *симетрії*, подальше структурування парорідинної системи в просторі. Виникла велика охолоджена зона. Постає логічне запитання: що далі? За рахунок променистого теплообміну з віддалених областей у цю зону поступає тепло, яке також інтенсивно охолоджується. Суб'єктам навчання стає зрозумілим механізм формування уже нових грозових осередків. Поступово вони об'єднуються й починається сильна місцева гроза.

Таким чином земне поле тяжіння перетворило приховану теплоту конденсації безструктурної пари на могутній структуротвірний потенціал, який повною мірою реалізовано. Робимо важливий висновок, що з допомогою структуротвірного потенціалу температурні флуктуації виявилися здатними *подолати* умови прояву другого начала термодинаміки.

Але як бути з фундаментальними законами термодинаміки. Далі пояснюємо як друге начало, образно кажучи нарешті, бере своє. Гроза спадає, чорні клубчасті хмари у кінцевому підсумку перетворюються на безструктурний нічний туман. У описаній місцевості, у даний день друге начало термодинаміки набуло законної фізичної дії.

Розгляд проаналізованого явища на цьому завершувати неможна. Слід продовжити з суб'єктами навчання роздуми. Адже коли мова йде про речовину атмосфера над даною місцевістю є відкритою системою. З фізичної точки зору має місце обмін речовиною з іншими системами. І вже наступного дня з інших місцевостей сюди можуть надійти нові величезні маси пересиченої пари. І тоді описаний синергетичний механізм утворення

структур у попередній чи другій формі повториться. Ця схожість повністю відповідає універсальності другого начала термодинаміки. Є також фактом, що цей могутній механізм працює стільки ж мільярдів років, скільки гримлять над Землею місцеві грози.

Наголошуємо увагу суб'єктів навчання, що абсолютизація другого начала термодинаміки в наш час здається наївною.

Ми пропонуємо завершити розгляд розглянутих прикладів термодинамічними висновками з описаних явищ:

– у розглянутих прикладах яскраво виявляється основний принцип кібернетичної причинності: малий зовнішній вплив спричинює значні наслідки;

– розглянута система неживої природи дійсно є кібернетичною, її розвитком керує принцип позитивного зворотного зв'язку за сценарієм ланцюгової реакції процесу конденсації перенасиченої пари;

– у стабілізації структур, що утворюються, важливу роль відіграють негативні зворотні зв'язки. Так, опускання до землі охолоджених мас повітря породжує потужні висхідні повітряні потоки. Вони не дають охолоджену повітря досягнути землі й втягують його у складний процес *структуроутворення*, який із землі спостерігається як розростання купчасто-дощових хмар;

– злива остаточно стабілізує теплообмін між землею та атмосферою і підтримує динамічну рівновагу протягом півгодини й більше. Це суто кібернетичні процеси;

– синергетика, на відміну від кібернетики Вінера–Шеннона, не задовільняється абстрактно-математичним описом, який не аналізує конкретні фізичні, хімічні та інші механізми їх реалізації. Основну увагу синергетика приділяє саме конкретним механізмам прояву явищ, в результаті чого виявляються закономірності самоорганізації кібернетичних систем, їх внутрішня активність та саморозвиток.

Важливо зробити з суб'єктами навчання підсумковий **висновок**: якщо система внутрішньо не готова до поступального розвитку, то ніякими зусиллями вплинути на неї не дадуть результату. Неперенасичена парою атмосфера нічим не спровокується до місцевої грози. Якщо ж система близька до порога виходу з термодинамічної рівноваги, то досить найменшого впливу, щоб почався процес утворення й саморозвитку складних структур.

Використана література:

1. *Ливраха Х. А.* Порядок и хаос // Новый Акрополь. – № 2. – 2003.
2. Мифы народов мира: Энциклопедия. – Т. 2. – М. : Советская энциклопедия, 1980. – С. 579-581.
3. *Хакен Г.* Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. – Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2003. – 320 с.
4. *Данилов Ю. А., Кадомцев Б. Б.* Что такое синергетика? // Нелинейные волны. Самоорганизация. – М., Наука, 1983.
5. *Николис Г., Пригожин И.* Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – М. : Мир, 1979. – 512 с.

Садовий Н. И. Использование синергетики в обучении физике.

В статье рассмотрена актуальная тема использования синергического подхода к учебе термодинамических явлений и процессов в средних и высших учебных заведениях.

Ключевые слова: синергетика, термодинамика, неравновесные состояния, обучение физике.

Sadovuy N. I. The use of synergetics is in studies of physics.

In the article the actual theme of the use of the sinergistical going is considered near the studies of the thermodynamics phenomena and processes in middle on higher educational establishments.

Keywords: synergetics, thermodynamics, non-equilibrium states, teaching physics.