

3. Матеріальна точка рухається за таким законом:
 $y = \lg(1 - x)$. Побудуйте графік руху цієї точки.

Як покаже досвід, розглянуті задачі ілюструють прикладний характер математики, допомагають повторенню і поглибленню матеріалу, який вивчається не лише на уроках алгебри і початків аналізу, а й фізики, знайомлять учнів з деякими методами розв'язування задач, що зустрічаються на практиці; виробляють в учнів більш загальні погляди на природу.

Список використаних джерел:

- Сморжевський Л.О. Задачі з алгебри і початків аналізу: 1001 задача прикладного змісту: 10–11 кл. / Л.О. Сморжевський, П.С. Атаманчук, А.М. Кух. – К. : А.С.К., 1999. – 135 с.
- Сморжевський Л.О. Про використання фізичних задач в шкільному курсі математики / Л.О. Сморжевський, Ю.Л. Сморжевський // Зб. наук. праць Кам.-Под. держ. пед. університету.

Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський : КПДПУ, 1999. – Вип. 5: Дидактика природознавчо-математичних дисциплін та освітніх технологій. – С. 193-197.

- Мерзляк А.Г. Алгебра. 11 клас : підруч. для загальноосвіт. навчальн. закладів : академ. рівень / А.Г. Мерзляк, Д.А. Номіровський, В.Б. Полонський, М.С. Якір. – Х. : Гімназія, 2011. – 431 с.

The value of intersubject connections of mathematics and physics is considered in to educational-educate process and level physical tasks which it is expedient to use for the study of logarithmic function in the course of algebra and beginnings of analysis of a 11 class are developed.

Key words: intersubject copulas; levels of educational achievements of students: initial, middle, sufficient, high; logarithm of number, logarithmic function.

Отримано: 12.09.2012

УДК 53(07)

Л. П. Суховірська

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

ПЕДАГОГІЧНА СИНЕРГЕТИКА ЯК ОДИН З МЕТОДІВ ІННОВАЦІЙ В НАВЧАННІ ФІЗИКИ

У статті розглядається педагогічна синергетика як один з методів інновацій в навчанні фізики, яка сприяє оновленню змісту, методів і форм навчання з розрахунком таких факторів, як відкритість, самоорганізація, саморозвиток, креативність і нелінійність мислення, управління і самоуправління.

Ключові слова: синергетика, педагогічна синергетика, принципи синергетики, синергетичний підхід, інновації, традиції.

Постановка проблеми. Освітня парадигма існує на основі загальних соціально-етичних ідеалів, традиційних норм і цінностей, формується в умовах своєрідності і унікальності певної культури. Освітній процес містить в собі елементи новизни і традиції, її збереження і подолання.

Протягом останніх років у науково-педагогічній літературі значна увага стала приділятися проблемі використання синергетики в освіті. Вчені вбачають можливість застосування цієї науки в різних напрямках удосконалення навчально-виховного процесу й підготовки освітянських кадрів. Так О.Чалий розглядає синергетичний підхід як необхідну складову інноваційних процесів у освіті; В.Ігнатова виділяє найважливіші складові синергетичних ідей, що можуть бути впроваджені в освітню галузь; С.Кульневич розкриває особливості синергетичної концепції самоорганізуючого виховання.

Ми вважаємо за необхідне розглянути використання синергетики у навчанні студентів.

Аналіз досліджень та публікацій. Безпосередніми засновниками синергетичного підходу прийнято вважати І.Пригожина та Г.Хакена [9, с.13-18], які завдяки своїм дослідженням систем різноманітної природи вперше розробили основні закони, категорії та принципи синергетики, як наукового мислення.

Синергетика дає повне розгорнуте уявлення про те, як з хаосу виникає впорядкована складність, підводить до бачення універсального єднання світу, дозволяє наочно проілюструвати єдність в різноманітті і різноманіття в єдності.

Дослідники в області сучасної педагогіки та методики навчання фізики усвідомлюють значимість і важливість застосування принципів синергетики в освіті. Деякі аспекти педагогічної синергетики представлені в роботах В.Аршинова, М.Богуславського, М.Весна, Л.Зоріної, С.Курдюмова, Г.Малинецького.

Метою статті. Дослідити використання педагогічної синергетики в навчанні фізики як одного з методів інновацій. Визначити основні шляхи запровадження синергетичного підходу до аналізу досліджень, до опису навчально-виховного процесу з фізики.

Викладення основного матеріалу. Світ, все, що є в ньому, зазнає безперервних змін. Людство спостерігає його безперервну еволюцію. Все, що відбувається навколо нас, можна вважати процесом самоорганізації, тобто процесом, що протікає за рахунок внутрішніх стимулів, що не потребують

втручання зовнішніх чинників, які не належать системі. До числа таких процесів відноситься також становлення і дія Розуму, бо він народився в системі в результаті її еволюції.

Процес еволюції системи – процес самоорганізації. Не можна стверджувати, що процес самоорганізації спрямований на досягнення стану рівноваги (під яким розуміється абсолютний хаос), немає для цього ґрунтовних підстав. Набагато більше даних для утвердження зворотного. Світ безперервно розвивається і в цій зміні проглядається певна спрямованість, яка не завжди є прагненням до рівноваги. Швидше рівновага змінюється збуренням, знову йде до рівноваги і т.д. Має місце загальноновизнаний філософський закон боротьби і єдності суперечностей.

Хаос і порядок – поняття, які відігравали істотну роль уже у світогляді філософів древності, зокрема, представників школи Платона. Відзначимо лише два сформульованих ними положення, які зберігають своє значення й донині.

За уявленнями Платона і його учнів хаос – стан матерії, що залишається в міру усунення можливостей прояву її властивостей. З іншого боку, з хаосу виникає все, що становить зміст світобудови, тобто з хаосу може народжуватися порядок.

Починаючи з 70-х років ХХ століття, поняття хаосу набуло нового змісту, почав розвиватися напрямок, який дістав назву синергетики. У центрі його уваги покладено складні системи з процесами, здатними до самоорганізації системи, в якій еволюція протікає від хаосу до порядку, від симетрії до складності, що постійно зростає.

Основною функцією поняття синергетики є визначення структури як стану, що виникає в результаті багато-варіантної і неоднозначної поведінки таких багатоелементних структур або багатофакторних середовищ, які не деградують до стандартного для замкнутих систем усереднювання термодинамічного типу. Вони розвиваються внаслідок відкритості, припливу енергії ззовні, нелінійності внутрішніх процесів, появи особливих режимів із загостренням і наявністю більш за один стійкий стан. У позначених системах непридатні ні друге начало термодинаміки, ні теорема Пригожина про мінімум швидкості виробництва ентропії, що може привести до утворення нових структур і систем, у тому числі і складніших, ніж початкові.

Синергетика, як інноваційний напрямок, у науці виникла завдяки видатним досягненням Г.Ніколіс та І.Пригожина в галузі нерівноважної термодинаміки. Він стверджував, що в нерівноважних відкритих системах можливі ефе-

кти, 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 [4].

Однією з інновацій І.Пригожина є перенесення в термодинаміку найважливіших кібернетичних понять про багаторівневу систему, про саморегуляцію за принципом зворотного зв'язку, про автоколивання. В результаті він вперше дослідив можливості та внутрішні резерви термодинамічних систем, їх розвиток, утворення нових і більш складних структур. У фізичних і хімічних системах, а не у фотосинтезі було виявлено потенціальні можливості поступального розвитку всупереч руйнівному закону зростання ентропії. У цьому випадку друге начало термодинаміки не порушується як всесвітній закон природи. Сфера його дії не є безмежною, як це трактувалося в класичній термодинаміці.

У загальному курсі фізики вищої та середньої школи поняття синергетики не розглядаються, хоч явища термодинаміки, молекулярної фізики, атмосферні, електричні явища можна розглядати з точки зору хаосу і приведення його у певний порядок.

Ентропія визначає багато закономірностей в поведінці макроскопічних систем, визначає напрямки глобальної еволюції. Більш того, виявили, що ентропія є одним із фундаментальних понять, що посідає в одному ряду з енергією – універсальною мірою різних форм руху матерії.

За допомогою ентропії стало можливим кількісно оцінювати такі, на перший погляд, суцільно якісні поняття як порядок (або структура), безпорядок (або хаос), а також показати взаємозв'язок між ними, можливість переходу одного в інше. Це дає змогу зрозуміти ідеї, що лежать в основі синергетики, зокрема, що не тільки порядок може природно переходити в хаос, але й навпаки, за певних умов із хаосу можуть виникати впорядковані (як правило дисипативні) системи. Практично вся виробнича діяльність людей є по суті, не що іншаке, як створення із природних матеріалів штучних структур.

Ми пропонуємо розглянути суб'єктам навчання доступний кожному уявний чи віртуальний з допомогою комп'ютера приклад, підтверджений повсякденною практикою. Студентам добре відомо, що дзеркальна водяна поверхня ставка, озера чи моря під час шторму є класичним зразком системи, що перебуває в термодинамічній рівновазі. Згідно класичної термодинаміки ця система протидіє усім спробам вивести її з цього стану [3].

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

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

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 розрідженій об'єм поступово поширюється повітря, розширюючи об'єм повітряного циліндра до меж втрати впливу збурення на стійку подальшу симетричну систему повітряного шару. Виникає 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 натискає на поверхню її поверхню, 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. Утворюється 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 згадане 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 підсилитися 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 водній 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. 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.

Таким чином маємо переконливий приклад приведення хаосу у стійку систему, яка описується закономірностями синергетики.

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.

Студентам приходилось неодноразово спостерігати як у жарку літню спеку майже непомітно виникають грозові хмари і нерідко перетворюються у зливи та сильні грозові розряди. Це є один з проявів закономірностей синергетики, як із хаосу виникають фізичні процеси, які добре описуються законами термодинаміки і навпаки, коли система самоорганізовується.

Студенти, як правило, ґрунтовно пояснюють явища конденсації водної пари, що приводить до злив. Ми рекомендуємо звернути увагу суб'єктам навчання на нерівноважні процеси, які мають місце у описаному вище випадку. У цьому випадку повна просторова симетрія пересиченої пари порушується, з неї утворюються видимі хмарні структури, чітко орієнтовані в просторі. Звертаємо увагу суб'єктам навчання, що у цій системі не припиняються й непомітні процеси формування нерівноважної системи електричних потенціалів. Видимими для спостерігачів є лише акти їх вирівнювання у формі розрядів блискавок між хмарами й із хмар у землю. Полинули потоки вологи. Це означає подальше зниження рівня симетрії, подальше структурування пародинної системи в просторі. У велику охолоджену зону за рахунок променистого теплообміну спрямовується тепло з віддалених областей, які також інтенсивно охолоджуються. Це є причиною формування нових грозових осередків. Поступово вони об'єднуються й починається сильна місцева гроза. Земне поле тяжіння перетворило приховану теплоту конденсації безструктурної пари на могутній структуротвірний потенціал, що реалізується повною мірою. З його допомогою температурні флуктуації виявилися здатними подолати консерватизм другого начала термодинаміки.

Але поступово у системі наводиться порядок і друге начало бере своє: гроза «видихається», хмари, що безсистемно клубочуться, у кінцевому підсумку перетворюються на нічний туман. Неважко прийти до висновку, що у даній місцевості друге начало термодинаміки набуло сили. Але атмосфера над даною місцевістю – система відкрита, коли йдеться про речовину. Це означає, що вона обмінюється речовиною з іншими системами. І вже наступного дня з інших місцевостей сюди можуть надійти нові великі маси пересиченої пари. І тоді описаний синергетичний механізм утворення структур так чи інакше знову повториться стільки ж мільярдів років, скільки гримлять над Землею місцеві грози. Ця схожість підтверджує універсальність другого начала термодинаміки.

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. Можливі такі варіанти каталізатора: 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-дошової 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.

Наголошуємо, що на прикладах, які розглянули, яскраво виявляється основний принцип кібернетичної причинності: малий зовнішній вплив спричинює значні наслідки.

УДК 373.5.016:53(076)

Т. Г. Чижська

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ФОРМУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗНАТЬ УЧНІВ У КЛАСАХ ГУМАНІТАРНОГО ПРОФІЛЮ

Для усунення протиріч між необхідністю підвищення рівня знань учнів і існуючою методикою викладання запропоновано модернізовану особистісно-орієнтовану методику навчання фізики учнів гуманітарних класів старшої школи.

Ключові слова: фізичні знання, учні гуманітарних класів, особистісна орієнтація, модернізована методика.

Постановка проблеми. Актуальність розробки педагогіко-психологічної методичної системи підвищення якості засвоєння фізичних знань учнями класів гуманітарного профілю базується на трьох аспектах: низької зацікавленості цих учнів у вивчанні фізики, розвитку новітніх особистісно-орієнтованих прийомів навчання і виникненні низки протиріч між

Але синергетика, на відміну від кібернетики Вінера-Шеннона, не задовольняється їх абстрактно-математичним описом, який усувається від конкретних фізичних, хімічних та інших механізмів їх реалізації. Навпаки, основну увагу вона приділяє саме цим конкретним механізмам. І в результаті виявляє закономірності самоорганізації кібернетичних систем, їх внутрішньої активності та саморозвитку.

Висновок. З позиції синергетики в навчанні студентів фізики немає абсолютної безструктурності, абсолютного безладу; навіть хаос стає предметом науки. І хаос, і випадковість, і дезорганізація можуть бути не лише руйнівними, але в певних обставинах містять в собі творчий і конструктивний початок.

Концептуально-методологічна новизна ідей самоорганізації пов'язана з визнанням здатності різних систем до саморозвитку не лише за рахунок припливу енергії, інформації, речовини ззовні, але передусім за рахунок використання своїх внутрішніх можливостей.

Таким чином, педагогічна синергетика, як один з методів інновацій в навчанні фізики, може виступити методологічною основою для прогностичної і управлінської діяльності у сучасному світі. Синергетика орієнтована на пошук деяких універсальних законів еволюції відкритих нерівноважних систем будь-якої природи. З використанням ідей синергетики, по-перше, стає очевидним, що складноорганізованим системам не можна нав'язувати шляхи їх розвитку; по-друге, синергетика свідчить про те, що будь-яка складноорганізована система має, як правило, не єдиний, а безліч власних, таких, що відповідають її природі шляхів розвитку; по-третє, синергетика демонструє, що хаос може виступати механізмом самоорганізації і самодобудування структури, видалення зайвого.

Список використаних джерел:

1. Богуславский М.В. Синергетика и педагогика / М.В. Богуславский // *Magister*. – 1995. – № 2.
2. Ігнатова В.А. Педагогічні аспекти синергетики / В.А. Ігнатова // *Педагогіка*. – 2001. – № 8. – С. 26-31.
3. Курілін О. Використання синергетики в умовах профільного навчання / О. Курілін, М. Садовий // *Фізика. Нові технології навчання* : збірник наук. пр. студ. і молодих науковців. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2011. – Вип. 9. – 280 с. – С. 117-122.
4. Николіс Г. Самоорганізація в неравновесных системах: от диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации / Г. Николіс, И. Пригожин. – М. : Мир, 1979. – 512 с.
5. Хакен Г. Синергетика / Г. Хакен. – М. : Світ, 1980. – С. 13-18.

In the article a pedagogical synergetic as one of methods of innovations is examined in the studies of physics, that assists updating of maintenance, methods and forms of studies with the calculation of such factors, as an openness, self organization, creativity, extraordinary thinking, management and self-government.

Key words: synergetic, pedagogical synergetic, principles of synergetic, synergistically approach, innovations, traditions.

Отримано: 25.08.2012