

М. О. Myastkowska

Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University

LCMS MOODLE AS A FORM OF FORMATION OF FUTURE TEACHERS OF PHYSICO-MATHEMATICAL PROFILE TO THE APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL ACTIVITY

The article analyzes the problem of improving the professional training of future teachers of the physical and mathematical profile to professional activity in the conditions of the modern information environment, namely the creation and provision of conditions for the formation of readiness of future teachers of physics to the use of modern information technologies in professional activities. The use of the capabilities of the LCMS Moodle system as one of the ways of solving this problem is proposed. The practical component of the formation of the readiness of future teachers of the physical and mathematical profile to the applica-

tion of modern information technology in professional activities is implemented during the teaching of courses «Software tools for electronic information», «Modern technologies of organization and processing of information». At the laboratory classes students are encouraged to create in their LCMS Moodle their own training courses with complete comprehensive didactic content on an individual subject (from a school course in physics, mathematics or computer science). Implementation of the elements of distance learning for students and students in preparation for studies is currently relevant, since it provides a wide range of opportunities for using various sources and forms of presentation of information, means of control and correction, etc.

Key words: modern information technologies, future teacher of physical and mathematical profile, higher educational institution, student, teacher, professional activity, LCMS Moodle.

Отримано: 18.10.2017

УДК 141.7

Р. А. Поведа, Т. П. Поведа

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
poveda_t@gmail.com*

ЕНТРОПІЯ ТА СИНЕРГЕТИКА В ТЕРМОДИНАМІЦІ: СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НАУКОВЦІВ

В статті розглянуті окремі аспекти, які дають можливість комплексно зрозуміти суть законів у курсі фізики і термодинаміки. Наведено приклади сучасних досліджень у суміжних з фізикою галузях наук, які заставляють по-іншому осмислювати фізичні закони, що зазнають уточнень та доповнень, а іноді у комплексі дозволяють подивитись під іншим кутом зору на давно відомі речі. Розглянуто на конкретних прикладах антагонізм процесів синергетики та термодинамічної рівноваги. Матеріал може бути використаний під час вивчення студентами фізичних спеціальностей курсу статистичної фізики і термодинаміки в університетах.

Ключові слова: ентропія, синергетика, самоорганізація, термодинаміка.

Курс статистичної фізики та термодинаміки фактично лежить на межі класичної та квантової механіки. Для кращого розуміння деяких фізичних понять необхідно також звертатись до інших галузей природничих наук таких як філософія, синергетика, космологія і навіть біологія, оскільки фактично усі вони як і статистична фізика вивчають системи з дуже великим числом частинок.

На шляху до розуміння будови всесвіту закони фізики зазнають уточнень та доповнень, а іноді у комплексі дозволяють подивитись під іншим кутом зору на давно відомі речі. Перехід кількості в нову якість на прикладі другого начала термодинаміки, ентропія та синергетика здатні показати в новому світлі класичні фізичні процеси.

Прикладами такої самоорганізації можуть бути величезна кількість явищ, від організації атомів у кристалах, фулеренах, та утворення стійких стільникових структур конвенційного теплопереносу в філіжанці гарячої ранкової кави до галактик та метagalactic. Але найбільш епохальні факти згадаємо окремо.

Деякі з найбільш ранніх ідей того, як фізичні процеси і математичні закономірності впливають на біологічні процеси, були висловлені Д'Арсі Вентворт Томпсоном і Аланом Тьюрінгом. В 1952 році Тьюрінг опублікував роботу під назвою «Хімічні основи морфогенезу» [1], де вперше математично описується процес самоорганізації матерії. Роботи цих авторів постулювали наявність в процесі росту клітин і організмів хімічних сигналів і фізико-хімічних процесів, таких як дифузія, активація та деактивація. Більш повне розуміння механізмів морфогенезу прийшло з вивченням ДНК, молекулярної біології та біохімії, молекулярних механізмів регуляції роботи генів. Тьюрінг запропонував математичну модель, що пояснювала механізм утворення окрасу подібно до окрасу тварин, наприклад, як *рис. 1*.

Спосіб організації – це алгоритм, точне узгодження цілої сукупності параметрів: координат, властивостей, правил поведінки. Алгоритм – річ дуже чутлива до безладу: змінити що-небудь навмання у складній системі, й вона розладнається. Якщо, наприклад, збільшити масу електрона, то в атомі відбудеться колапс. Якщо зміниться хоча б одне з квантових чисел хоча б однієї з елементарних часток, напевно, обвалиться Всесвіт. Безумовно, подання самоорганізації як початкового самоскладання системи є її граничним варіантом.

У загальному випадку під самоорганізацією розуміється будь-яке ускладнення вже існуючої системи. Однак, по суті, будь-яке ускладнення системи завжди можна представити як формування в її межах якоїсь нової системи.



Рис. 1. Смузи на шкірі зебри, утворення яких можна пояснити за допомогою математичної моделі Тьюрінга

Борис Павлович Білоусов проводив дослідження циклу Кребса, намагаючись знайти його неорганічний аналог. В результаті одного з експериментів в 1951 році, а саме окислення лимонної кислоти броматом калію в кислотному середовищі в присутності каталізатора (іонів церію Se^{+3} , він виявив автоколивання). Перебіг реакції змінювався з часом, що проявлялося періодичною зміною кольору розчину від безбарвного (Se^{+3}) до жовтого (Se^{+4}) і назад. Ефект ще більш помітний в присутності індикатора ферроїна.

Повідомлення Б.П. Белоусова про відкриття було зустрінуте в наукових колах скептично, оскільки вважалося, що автоколивання в хімічних системах неможливі. Статтю Б.П. Белоусова двічі відхиляли в редакціях радянських журналів, тому опублікувати результати досліджень коливальної реакції він зміг тільки в скороченому вигляді через 8 років у відомчому збірнику, що виходив невеликим тиражем. Згодом ця стаття стала однією з найбільш цитованих в даній області, а реакція отримала назву реакції Белоусова (*рис. 2*) [2].

У 1969 році А.М. Жаботинський з колегами виявили, що якщо суміш розмістити тонким плоским шаром, то в ній виникають хвилі зміни концентрації, які видно неозбро-

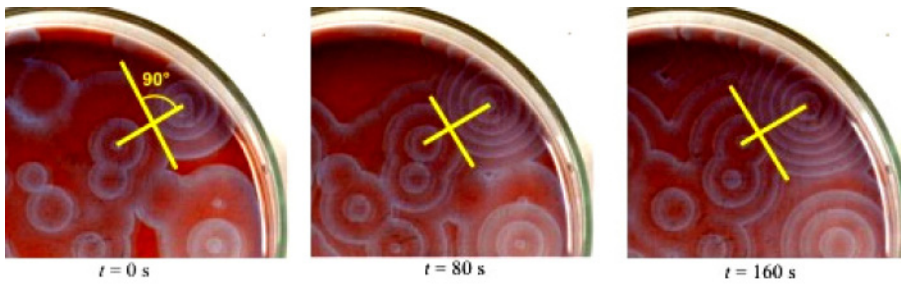


Рис. 2. Приклад хвильової реакції Белоусова в чашці Петрі

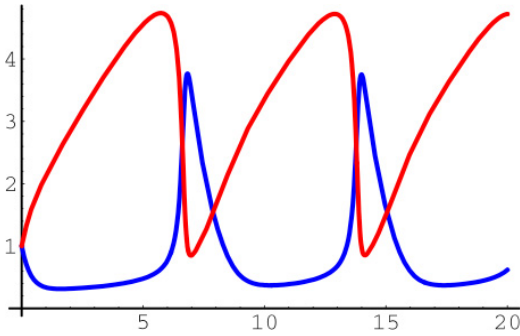
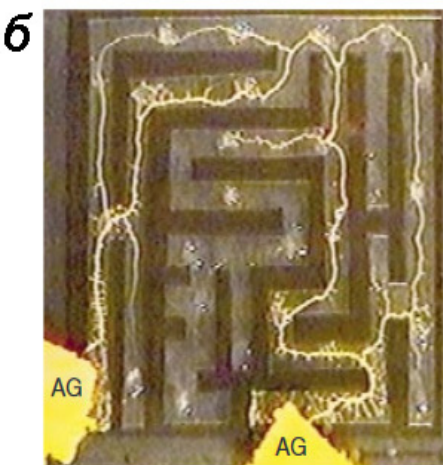
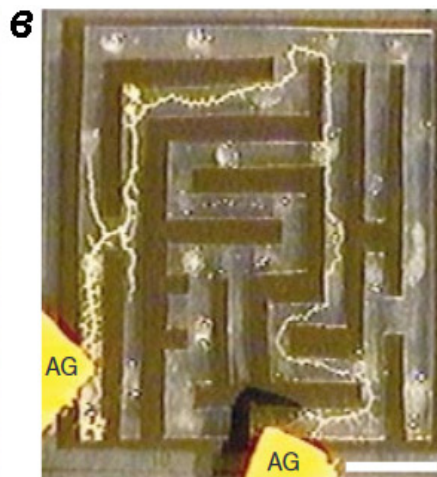
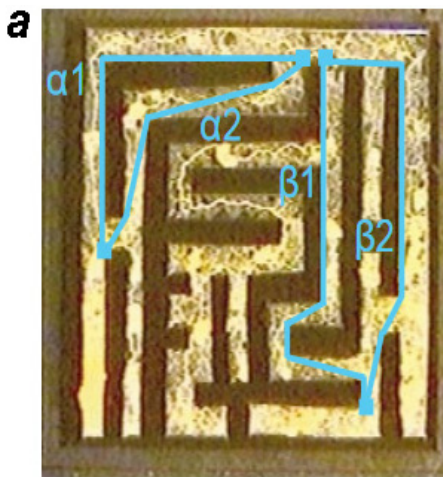
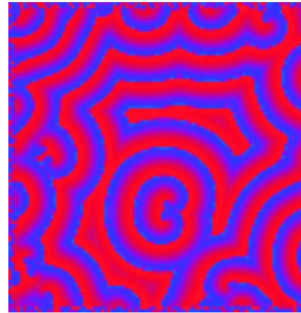


Рис. 3. Хвильова реакція Жаботинського на тонкому шарі суміші



	None	$\beta 1$	$\beta 2$	$\beta 1, \beta 2$
None	2	0	0	0
$\alpha 1$	0	0	0	0
$\alpha 2$	0	5	6	3
$\alpha 1, \alpha 2$	0	0	0	3

Рис. 4. Експеримент щодо подолання лабіринту плазмодієм *Physarum polycephalum*

ним оком у присутності індикаторів. Зараз відомо досить багато реакцій типу Белоусова-Жаботинського, наприклад, реакція Бріггса-Раушера.

Жаботинський запропонував перше пояснення механізму реакції і просту математичну модель, яка була здатна демонструвати коливальну поведінку. Надалі опис механізму було розширено і уточнено, експериментально спостережували динамічні режими, включаючи хаотичні, були теоретично розраховані, і показано їх відповідність експерименту.

Повний список елементарних стадій реакції дуже складний і складає майже сотню реакцій з десятками речовин і інтермедіатів. До сих пір детальний механізм невідомий, особливо константи швидкостей реакцій.

Реакція Белоусова-Жаботинського стала однією з найвідоміших в науці хімічних реакцій, її дослідженнями займаються багато вчених і груп різних наукових дисциплін і напрямів у всьому світі: математики, хімії, фізики, біології. Виявлено її численні аналоги в різних хімічних системах. Опубліковані тисячі статей і книг, захищено чимало кандидатських і докторських дисертацій. Відкриття реакції фактично дало поштовх до розвитку таких розділів синергетики як теорія динамічних систем і детермінованого хаосу.

Інший цікавий приклад самоорганізації в живій природі – це існування «інтелекту у цвілі», мова йде про *Physarum polycephalum*. Цей нескладний експеримент провів разом з колегами Тосіюкі Накагакі з університету Хоккайдо [3]. Окремі шматочки плазмодія помістили в невеликий лабіринт, через деякий час вони почали розростатися, зливаючись один з одним і заповнюючи весь лабіринт (рис. 4а).

Після цього на вході та виході поклали агарові блоки, що містили подрібнені вівсяні пластівці, і всього через чотири години плазмодій почав оптимізувати свою мережу (рис. 4б): тяжі в тупикових ходах і на більш довгих шляхах поступово стоншувались і зникали. Ще через чотири години *Physarum polycephalum* сформував потовщений тяж по найкоротшому шляху між пластівцями (рис. 4в). Варто відзначити, що спочатку плазмодій знайшов їжу, потім, прогнавши поживні речовини по тілу, прийняв оптимальну конфігурацію і з'єднав обидва джерела живлення. При цьому він зумів вибрати найкоротшу відстань. Автори зробили логічний висновок, що плазмодій, щоб підвищити свої шанси на виживання, вибирає найефективніший спосіб отримання поживних речовин, а також наважилися на формулювання, яке і привернула увагу журналістів: «... одноклітинні створіння можуть проявляти примітивний інтелект».

У 2009 році Тосіюкі з колегами помістив плазмодій Токіо на мекеті-карті Японії, і через 23 години плазмодій захопив всі великі міста, а на місці 36-ти великих міст вчені розташували вівсяні пластівці. Як видно на фото експерименту (рис. 5), плазмодій спочатку займав всю площу, знаходячи джерела живлення (як і в дослідженні 2000 року), а потім сформував основну структуру. Вийшла майже точна копія залізничної мережі, що з'єднала міста Японії. Розрахунки

показали, що в місцях розбіжностей слизивик розробив більш вигідний маршрут, ніж той, що вже існує. Таким чином плазмодій «оптимізував» залізничну мережу Японії. Пізніше аналогічний експеримент був проведений з макетом Токійського метрополітену і в результаті була отримана майже повна копія плану Токійського метро. Характерно, що при плануванні та оптимізації маршрутів Токійського метрополітену застосовувались суперкомп'ютери [4].

Експеримент викликав чимало сумнівів, його повторили в багатьох інших лабораторіях. Так, наприклад, були отримані моделі мереж шосейних доріг на картах Англії та Іспанії. Дослідження начебно продемонструвало здатність одноклітинного планувати транспортні маршрути не гірше професійних інженерів.

Чи можна на підставі цих дослідів зробити висновок, що плазмодій володіє інтелектом? У статті Бартоша Гжибовського з співавторами описано, як лабіринт проходить крапля мінерального масла, насиченого жирними кислотами, гідрофільні групи яких виходять назовні у водну фазу з лужним рН. Якщо рН середовища знижується, тобто воно стає кисліше, то виникає різниця потенціалів, що змушує краплю рухатися в напрямку кислоти. Таким чином, крапля проявляє хемотаксис – рухається в лабіринті по градієнту певної речовини, в даному випадку кислоти. Чи означає це, що секрет такої поведінки плазмодія, швидше за все, криється в позитивному хемотаксисі у відношенні до вів'янки? Мабуть, не тільки в цьому. Поведінка таких створінь, як віруси, що займають проміжне положення між живою та неживою природою, за деякими ознаками також нагадує поведінку «інтелектуальних» систем. Фрактальна організація характерна також як для живої так і неживої природи [5].

Отже, властивість до самоорганізації, очевидно, закладено на рівні фізичних законів. Синергетика постулює наявність у природі механізму «перетікання порядку» та ще й у нетрадиційному напрямку – від менш впорядкованого до більш впорядкованого. На зразок принципу роботи холодильника: теплота перекачується не від гарячого до холодного, як завжди у природі, а навпаки: тепло забирається від місця, де його бракує, та віддається до місця, де його надлишок. Мірою хаосу та порядку є ентропія, а вона, як відомо на даний момент, в замкнених системах прагне до зростання. Крім того, Всесвіт не просто розширюється, він розширюється з прискоренням – відкриття Сол Перлмуттера, Брайан П. Шмідта і Адам Рісса – премія Шао з астрономії за 2006 рік і Нобелівська премія з фізики за 2011 рік. Уявлення про прискорене розширення Всесвіту тягне ряд нетривіальних наслідків, що стосуються характеру його еволюції. Зокрема, при деяких не дуже обмежувальних припущеннях доведено принципову неможливість досягнення в прискорено розширеному Всесвіті термодинамічної рівноваги [6].

«Життя являє собою впорядковану й закономірну поведінку матерії, що базується не тільки на одній тенденції переходу від упорядкованості до неупорядкованості, але часто й на існуванні впорядкованості, яка підтримується весь час», – так спробував описати життя з точки зору фізики лауреат Нобелівської премії, фізик Е. Шредингер [7].

Живі організми, на відміну від неживого тіла, здатні до самовпорядкування, утворення порядку з хаосу й тим самим можуть протидіяти зростанню ентропії. Але зменшення ентропії в живому світі можливе тільки за рахунок підвищення ентропії в навколишньому середовищі. Очевидно, що складні системи прагнуть максимально збільшити свою ентро-

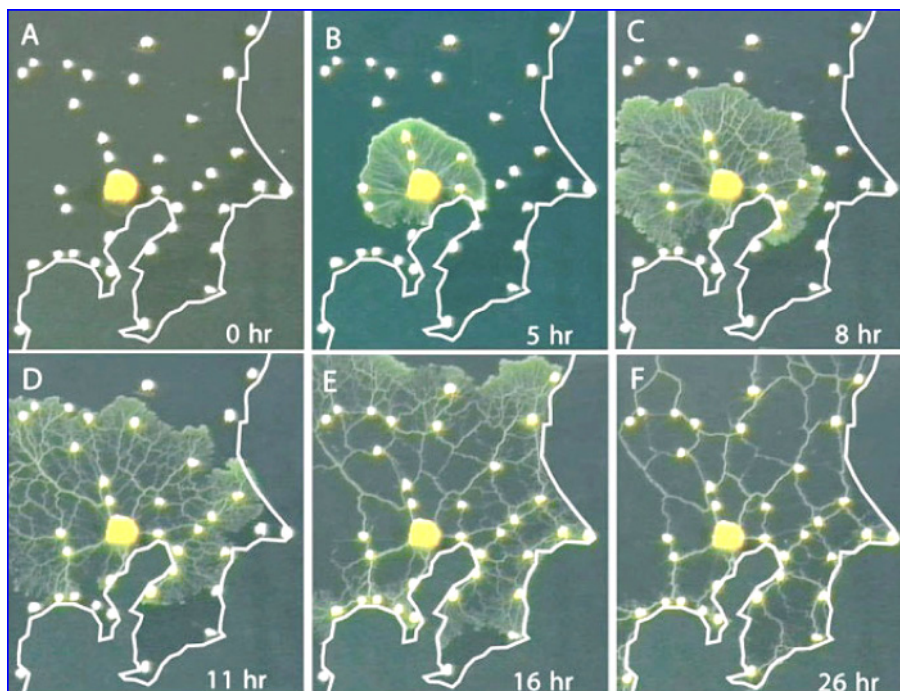


Рис. 5. Плазмодій сформував єдину мережу тягів між пластівцями, які були розміщені на великих містах карти Японії (Зображення: youtu.be/BZUQQmcR5-g)

пю, тобто досягти термодинамічної рівноваги і самоорганізації аж до виникнення життя. Найоптимальніший спосіб здійснити цей процес – збільшення ентропії навколишнього середовища та Всесвіту в цілому.

Список використаних джерел:

1. Turing M., F. R. S. The chemical basis of morphogenesis // Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. – 1952-08-14. – Vol. 237, iss. 641. – P. 37-72.
2. Вольтер Б.В. Легенда и быль о химических колебаниях / Б.В. Вольтер // Знание – сила. – 1988. – № 4. – С. 33-37.
3. Toshiyuki Nakagaki, Hiroyasu Yamada, Agota Tóth // Intelligence: Maze-solving by an amoeboid organism. – Nature 407, 470. 2000. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nature.com/articles/35035159>
4. Atsushi Tero, Seiji Takagi, Tetsu Saigusa, Kentaro Ito, Dan P. Bebber, Mark D. Fricker, Kenji Yumiki, Ryo Kobayashi // Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design – Science 22 Jan 2010: Vol. 327, pp. 439-442.
5. István Lagzi, Siowling Soh, Paul J. Wesson, Kevin P. Browne and Bartosz A. Grzybowski // Maze Solving by Chemotactic Droplets Department of Chemical and Biological Engineering and Department of Chemistry, Northwestern University, 2145 Sheridan Road, Evanston, Illinois. 2010, 132 (4), pp. 1198-1199.
6. Игнатъев Ю.Г. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия / Ю.Г. Игнатъев // Термодинамическое равновесие в ускоренной вселенной недостижимо? – Вып. 4. 2013. – С. 28-55 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.stfi.ru/journal/STFI_2013_04/STFI_2013_04_ignatjev.pdf
7. Шредингер Е. Что такое жизнь с точки зрения физики? / Е. Шредингер. – М, 1972. – 127 с.

Р. А. Поведа, Т. П. Поведа

Каменец-Подольский национальный университет
имени Ивана Огиенко

ЭНТРОПИЯ И СИНЕРГЕТИКА В ТЕРМОДИНАМИКЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ УЧЕНЫХ

В статье рассмотрены некоторые аспекты комплексного понимания законов термодинамики и расставлены акценты, на которые следует обратить внимание при их изучении с учетом современных исследований в смежных областях наук. Рассмотрен на конкретных примерах антагонизм процессов синергетики и термодинамического равновесия. Материал может быть использован для лучшего понимания студентами университетов сути законов в курсе статистической физики и термодинамики.

Ключевые слова: энтропия, синергетика, самоорганизация, термодинамика.

R. Poveda, T. Poveda

Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University

ENTROPY AND SYNERGY IN THERMODYNAMICS:
THE MODERN VIEWS OF SCIENTISTS

Some aspects of a comprehensive understanding of the laws of thermodynamics are considered in the article, and emphasis has been put forward, which should be considered in the light

of modern research in related fields of science. The concrete antagonism of synergetic and thermodynamic equilibrium processes is considered on concrete examples. The material can be used to better understand the essence of the laws of physics in the course of statistical physics and thermodynamics.

Key words: entropy, synergetic, thermodynamics.

Отримано: 2.07.2017

УДК 37.02:372.853+53.08

І. В. Сальник

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка
e-mail: isalnyk@gmail.com

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОРІЄНТИРИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ПЕРЕХОДУ НА НОВІ СТАНДАРТИ НАВЧАННЯ

Реалізація концепції нової української школи передбачає запровадження нових методологічних підходів, що максимально забезпечать умови формування всебічно розвинутої, високо інтелектуальної особистості, здатної до ризику та інновацій. В статті доведено, що таким сучасним методологічним напрямом є синергетика.

Синергетичний підхід до процесу навчання фізики може розглядатися як засіб гуманітаризації освіти, з одного боку, та природничо-наукової освіти для гуманітаріїв – з іншого.

Використання синергетики також пов'язують з можливістю зрозуміти та виявити єдність природничих та суспільно-гуманітарних наук. Синергетика є ефективним засобом їх інтеграції. На основі синергетики можливий синтез соціально-гуманітарного і природничо-наукового знання в єдину картину світу.

Особливого значення набуває даний підхід в умовах реформування сучасної школи, де передбачається викладання у класах суспільно-гуманітарних профілів навчального предмету «Людина і природа», який реалізується у вигляді єдиного світоглядного курсу, що об'єднує такі науки, як фізика, хімія, біологія, географія, астрономія.

Ключові слова: методологічний підхід, синергетика, гуманітаризація фізичної освіти, інтегровані курси, міжпредметні зв'язки, наукова картина світу, пізнання.

Постановка проблеми. Однією з основних проблем сучасного етапу розвитку суспільства, що відрізняється стрімким розвитком та впровадженням у загальну практику людства інновацій та інформації, є реформа та модернізація системи освіти, становлення її нових форм, що уможливили б життя людини в умовах суспільства, яке постійно змінюється.

Зміни в сучасній освіті передбачають відповідну адаптацію та розвиток цільових, змістовних і ціннісних контекстів на усіх рівнях. На етапах еволюційного розвитку систем це своєрідні точки біфуркацій, в яких суперечність проблем досягає гостроти, що вимагає розв'язання. Причому такого, що спрямоване на основні складники системи та зумовлює її перехід на досконаліший рівень, адекватний вимогам суспільства. Такою відповіддю на запити сучасності є синергетична освітня парадигма.

Як відомо, домінуюча в наш час класична освітня парадигма, якій відповідає традиційна освітня модель, була закладена ще Я.А. Коменським у XVII столітті. Вона й обумовила той добре відомий тип навчання, який називають пояснювально-ілюстративний, методом передачі абстрактної інформації, «школою пам'яті» і т.д. Потрібно відзначити, що така методологія відіграла велику роль в становленні освіти взагалі, але стала гальмувати розвиток суспільства в умовах його змін.

Постіндустріальне суспільство, для якого характерне звільнення від ручних операцій та обслуговування машин, забезпечення широких можливостей творчої праці, утвердження самооцінки особистості та здоров'я людини, його індивідуальності, саморозвитку обумовлює перехід до нової освітньої парадигми, що враховує, насамперед, інтереси та прагнення людини як суб'єкта освітнього процесу.

Будь-яке навчання за своєю сутністю є створенням умов для розвитку особистості, тому воно є розвивальним, особистісно орієнтованим. Проблема полягає в іншому: як визначити шляхи та джерела розвитку особистості?

Становлення нової освітньої парадигми передбачає подолання в теорії й на практиці ряду протиріч між суспільством, що розвивається, та традиційним способом передачі минулого суспільного досвіду. На наш погляд, концептуальними є такі:

– протиріччя між орієнтацією навчальних дисциплін на минулі зразки загальної культури та необхідністю орієнтації учнів як суб'єктів навчання на майбутній зміст їхньої дія-

льності та професійної культури. Звідси труднощі адаптації випускників до реального життя та професійної діяльності;

– подвійність навчальної інформації: вона є одночасно частиною загальної культури і специфічною знаковою моделлю, тобто засобом для входження у реальне життя, засобом для формування навичок самонавчання та саморозвитку. Внаслідок того, що в процесі навчання не розрізняються такі подвійні властивості інформації, відбувається засвоєння не змісту того, що складає реальне життя та людську діяльність, а системи абстрактних, формальних знань, які дуже часто навіть не можна застосувати на практиці;

– протиріччя між цілісністю знання та засвоєння його через велику кількість предметів. Внаслідок цього замість цілісної картини світу учень отримує уривки, які самостійно зібрати в одне ціле йому нелегко;

– протиріччя між способом існування суспільства, яке перебуває в неперервному русі та розвитку, й представленням у навчанні цих процесів у вигляді статичних знакових систем. Навчання перетворюється у процес передачі готового знання, не пов'язаного з майбутньою діяльністю учня, з потребами суспільства, і не враховує процеси розвитку;

– протиріччя між індивідуальним характером навчальної діяльності та колективним характером професійної діяльності, де присутні міжособистісні відносини, обмін продуктами праці, особистісний вклад у досягнення загальних цілей. Дане протиріччя не може бути розв'язане в межах традиційної системи освіти, оскільки в ній не передбачається, що учень об'єднує свої зусилля з іншими для отримання знань, умінь, здібностей, відношень і т.д.

– протиріччя між технократичним підходом до учня як до деякого інженерного пристрою, поведінку якого можна моделювати та модифікувати за допомогою відібраної системи стимулів незалежно від його волі та бажання, й орієнтацією сучасного суспільства на гуманістичні цінності, на забезпечення умов саморозвитку та самореалізації кожної особистості;

– протиріччя між потребою неперервного розвитку людини в сучасному світі, що динамічно змінюється та обмеженістю освіти в класичному варіанті. Дана проблема успішно розв'язується в багатьох країнах світу через створення системи неперервної освіти. Єдиною перешкодою до такої освіти є відсутність у людини пізнавальної потреби до неперервного навчання.

Вирішення означених протиріч лежить у площині створення сучасної моделі освіти взагалі, й фізичної зокрема.

© Сальник І. В., 2017