

УДК 37.013.2

КОРОЛЬОВ Сергій Васильович,
старший викладач кафедри авіаційної техніки,
Льотна академія
Національного авіаційного університету

МАКСИМОВА Людмила Олександрівна,
старший викладач кафедри авіаційної техніки,
Льотна академія
Національного авіаційного університету

ЗАСТОСУВАННЯ ПІДХОДІВ СИНЕРГОІНФОРМАТИКИ В ПЕДАГОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

В даній статті вперше розглядається запропонований авторами підхід до покращення методики навчання студентів шляхом використання в педагогічній практиці вищої школи методів синергоінформатики. Це новий напрям, який знаходиться на перетині множини понять теорії інформації та множини понять синергетики.

Ключові слова: *інформатика, синергетика, синергоінформатика, педагогіка, педагогічна практика, методика навчання, якість навчання, кванти інформації, структуризація знань.*

Постановка проблеми. Наш час характеризується значним ростом вимог до випускників вищих навчальних закладів з боку суспільства. Це пов'язано з низкою важливих факторів, серед головних треба відмітити наступні: глобалізація світової економіки, що впливає на життя та економіку України, конкуренція з випускниками кращих закладів світу, невпинний розвиток нових технологій, що потребує значної кількості кваліфікованих спеціалістів, та інші. Ситуація в нашій країні значно ускладнюється таким негативним чинником, як досить низький рівень знань та вмінь випускників шкіл, що ми бачимо в повсякденній практиці.

Тому перед всіма педагогами стоїть досить складне завдання по покращенню педагогічної практики в широкому значенні цього терміну. На думку авторів, допомогти в цьому, в певній мірі, зможе використання підходів нового напрямку, який запропонований авторами вперше і одержав назву «синергоінформатика».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Авторам статті невідомі більш ранні публікації, які поєднують множину понять інформатики та множину понять синергетики.

Засновниками теорії інформації вважають, поруч з іншими, Бріллюена Л., Норберта Вінера, Котельникова В. А.

Синергетика була заснована працями Германа Хакена та Іллі Пригожіна.

Над покращенням методики викладання працювало багато спеціалістів. Слід відмітити наступних, ідеї яких найбільше вплинули на авторів.

Граніцкая А. С. запропонувала створити адаптивну систему навчання, в якій треба час уроку ділити поміж різними учнями в залежності від їх здібностей.

Д'яченко В. К. створив систему керування структурою навчального процесу в залежності від конкретної ситуації.

Тализіна Н. Ф. запропонувала керувати процесом засвоєння знань вчителем.

Унт І. Е. створила систему диференціації навчання в залежності від здібностей учнів, в якій основна частка роботи припадає на індивідуальну роботу з учнями.

Шадріков В. Д. висунув цікаву ідею класів змінного складу учнів, що приведе до конкуренції між вчителями за учнів.

Мета статті: запропонувати до уваги широким колам педагогів для використання в своїй роботі підходи з нового напрямку – синергоінформатики, що потенційно має, на думку авторів, суттєво покращити якість педагогічного процесу при вивченні технічних дисциплін.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для того, щоб зрозуміти базові засади синергоінформатики, нам необхідно максимально чітко визначитися з поняттями «інформація» та «синергетика». Адже ясно, що ті терміни, які ми маємо намір використовувати, не повинні бути багатозначними, і трактування закладених в них понять не повинне приводити до різних висновків.

Поняття «інформація». Поза сумнівом, поняття «інформація» має тисячолітню історію. Для доказу цього твердження досить пригадати стародавні єгипетські ієрогліфи, які протягом багатьох століть були незрозумілими написами на камені й були прочитані лише в 19-му столітті. Лише після цього весь той величезний обсяг інформації, що був прихований в цих ієрогліфах про життя людей в давньому Єгипті, став доступний усьому світу.

У 20-му столітті поняття «інформація» отримало ряд нових тлумачень. В наші дні можна виділити декілька напрямів як в трактуванні самого поняття інформації, так і в розвитку теорії інформації.

1-й напрям. У цьому варіанті інформацію і теорію інформації пропонується розуміти наступним чином: як процес вивчення кількості інформації, що міститься в різних повідомленнях; як визначення необхідних параметрів каналу передачі інформації; як визначення різних способів кодування переданої інформації.

2-й напрям. Тут поряд з питаннями передачі інформації, як це викладено вище, також вивчають теорію шуму, теорію перешкод, способи фільтрації корисного сигналу на тлі перешкод, різні способи модуляції корисним сигналом частот; методи математичної обробки переданого сигналу, щоб убезпечити від небажаного прослуховування, шифрування, дешифровку та інші подібні речі.

Піонерськими роботами в цьому напрямку були роботи академіка Котельникова В. А. та одного із засновників кібернетики – Клода Шеннона (Shannon C. E.). Shannon C. E. вважав, зокрема, що головне в системі передачі інформації полягає в тому, щоб інформація із заданим ступенем точності була відтворена в певній точці простору-часу.

3-й напрям. Підхід, який запропонував Hermann Naken, один із засновників перспективного напрямку в науці з назвою «синергетика», (наука про широкий клас явищ самоорганізації в найширшому сенсі цього слова), можна викласти так.

Термін «інформація» має безліч значень в нашому звичайному житті. Ця множинність приводить до великого числа непорозумінь. Hermann Naken пропонує розуміти термін «інформація» лише в науковому значенні. Для цього треба оцінювати інформацію безвідносно від того змісту, який вона несе. Щоб цього досягти, необхідно, на його думку, виключити вплив людини на оцінку обсягу інформації; сенс повідомленню можна надати лише в тому випадку, коли відома відповідь об'єкта, який сигнал отримав. Це приводить до необхідності введення в сферу вживання поняття «відносна цінність сигналу». Hermann Naken вводить в розгляд також принцип «максимум інформаційної ентропії» і закладає основи квантової теорії інформації стосовно явищ і об'єктів мікросвіту.

4-й напрям. В цьому випадку в дисципліні «Інформатика» під інформацією прийнято розуміти набір наявних фактів, які через низку обставин становлять інтерес для користувача, і їх необхідно піддати деякій обробці.

5-й напрям. В середовищі програмістів під терміном «інформація» розуміють масив елементів пам'яті комп'ютера з привласненими значеннями змінних величин. Якщо нам дано, наприклад, вираз $X=2$, то класичний математик побачить тут записані відомості про те, що деяка невідома величина X в умовах конкретного завдання дорівнює числу 2. А програміст під знаком « $=$ » побачить операцію «привласнення значення»: для нього запис $X=2$ означає, що в елемент пам'яті комп'ютера для змінної величини X записана двійка. Масив всіх елементів пам'яті із записаними в них конкретними числовими значеннями для програмістів буде поняттям «інформація».

6-й напрям. Під інформацією й теорією передачі інформації пропонується розуміти будь-який процес обміну даними в найрізноманітніших розділах науки, техніки, природи, психології, фізіології та в інших областях.

7-й напрям. Відомий учений Leon Brillouin запропонував свій підхід до визначення поняття «інформація», який потім модернізувався іншими авторами.

При цьому підході спочатку розглядається якесь завдання, про яке у нас немає достовірних відомостей. Із деяких міркувань ми приходимо до висновку про те, що це завдання може мати яке-небудь число N різних відповідей. Зі збільшенням у нас інформації про дійсний стан речей в рамках даного завдання число N зменшується. Після досягнення деякої межі знань в рамках завдання число відповідей може зменшитися до 1 . Тоді можна стверджувати, що ми повністю знаємо всю інформацію в рамках поставленого завдання.

Leon Brillouin стверджує, що заслуговує на увагу також зв'язок (можливо, глибший, ніж просто помічена аналогія) між поняттями «інформація» і «ентропія». Зазвичай під ентропією розуміють міру знецінення, тобто розсіювання, теплової енергії. Це положення Leon Brillouin розвинув далі. На його думку, під час опису будь-якої системи матеріальних тіл ми ніколи не знаємо всієї інформації про її внутрішні параметри. Значення координат всіх атомів і молекул, числові значення і напрями в просторі векторів їх швидкостей і прискорень ми ніколи знати точно не можемо. Нам не дозволяє це зробити принцип невизначеності для об'єктів мікросвіту, який відкрив Werner Karl Heisenberg (В. К. Гейзенберг). Більш того, ми знаємо дуже малий відсоток від необхідного обсягу інформації для точного опису системи. У цьому випадку ентропію можна розглядати як міру оцінки обсягу відсутньої інформації, вона виражає величину нашого незнання детальної будови певної системи. Далі пропонується ввести поняття негативної ентропії – «негентропії», і потім розглядати непорушний блок: тандем з інформації й ентропії.

З наведених вище прикладів видно, що жоден з можливих варіантів визначення поняття «інформація» не є ідеальним. Тут можна висловити припущення, що було б логічніше побудувати теорію інформації на аксіоматичному підході, як, наприклад, класична геометрія побудована на аксіомах Евкліда. Тепер необхідно сказати про один важливий аспект даної проблеми. З короткого огляду поглядів авторитетів на поняття «інформація» видно, що воно має дуже широкий, «розмитий» характер.

Тому вважаємо логічним розділити дуже широке поняття на ряд вузких класів, усередині яких поняття «інформація» було б таким, що трактувалося б однозначно.

Для реалізації цього підходу почнемо розмірковувати таким чином: нехай у нас є деякий текст, надрукований, припустимо, на аркуші паперу. Навіть якщо цей текст надрукований відомою нам мовою, але ми його не прочитали, то інформація, яку цей текст несе, нам не відома – ми не можемо нею скористатися. Таку інформацію можна назвати «потенційною інформацією». Для того, щоб такого роду інформація стала доступною, текст досить просто прочитати.

Якщо ж ми повернемося, наприклад, до написів на древній мові, нам абсолютно незнайомій і незрозумілій, то такого роду інформацію, яка, безумовно, там є, але нам вона абсолютно недоступна, логічно позначити терміном «прихована інформація». Прикладів прихованої інформації можна навести багато: сліди злочинця на місці нерозкритого злочину або незрозумілі результати складного наукового експерименту.

Усунення з розгляду емоцій людини можна вважати, з одного боку, позитивним фактом. Дійсно, при проектуванні комп'ютерної мережі, що зв'язує мільйони користувачів, інженерові байдуже, чи будуть користувачі мережі обговорювати тонкощі минулого футбольного матчу або вести філософський діалог про сенс життя.

Ми приходимо до необхідності введення нового поняття в проблему визначення терміну «інформація», коли мають місце прояви антропоморфізму – назовемо це поняття «его-інформація». Під цим терміном розумітимемо прийняту людиною інформацію з врахуванням того, як вона сприймається саме цією людиною, з врахуванням специфіки мислення конкретної людини.

Також здається логічним ввести розподіл его-інформації на «інформацію ближнього поля» та «інформацію далекого поля».

Необхідно підкреслити, що «інформація далекого поля» грає дуже велику роль у сприйнятті та в оцінці «інформації ближнього поля».

Оскільки, як видно, розібратися з визначенням поняття «інформація» дійсно непросто, то логічно для полегшення завдання застосувати філософію з її потужним арсеналом понять і класифікацій і спробувати використати одне з її базових понять – теорію віддзеркалення.

Під віддзеркаленням у філософії розуміється здатність об'єктів реального світу залишати в собі, у своїй структурі, сліди інших матеріальних об'єктів за умови взаємодії між ними. Прикладами віддзеркалення є віддзеркалення світла від Сонця поверхнею Місяця або відбитки пальців на поверхні знаряддя злочину, або сліди взуття на мокрому ґрунті, або запис текстового файлу на магнітному шарі жорсткого диска комп'ютера тощо. Існує у філософії така точка зору, що кожна річ у реальному світі є луною і дзеркалом Всесвіту. Інформація є варіантом віддзеркалення одних об'єктів у структурі інших, і цих варіантів існує безліч.

З усього, що було сказано вище, можна зробити висновок про те, що поняття «інформація» є не до кінця ясним і залишається для багатьох дискусійним. На інтуїтивному рівні воно зрозуміле багатьом, але єдиного визначення, з яким погодилася б більшість із тих, хто з інформацією стикається і з нею працює, не існує. Немає жодних гарантій, що взагалі можливо виробити таке визначення поняття «інформація», яке влаштує якщо не всіх, то більшість фахівців.

Очевидно, що спостерігається певна аналогія між поняттями «інформація» й «енергія», адже енергія теж буває різною. Ми знаємо багато видів енергії: потенційна, кінетична, гравітаційна, хімічна, атомна, внутрішньоядерна енергія; і цей список легко продовжити. Різні науки працюють з різними видами енергії.

Свідомість людини є однією з форм віддзеркалення навколишнього реального світу в структурах головного мозку. Можна вважати, що в свідомості кожної людини створюється своя інформаційно-комп'ютерна модель навколишньої реальності, яка у свідомості кожної людини індивідуально відображає зв'язки й взаємодію між предметами навколишнього світу, а також із зовнішніми об'єктами; розуміння людиною зовнішньої структури і її особливостей; планує можливі дії.

Поняття «синергетика». Наступним кроком, який логічно зробити, – це розібратися, як з хаосу шляхом самоорганізації формуються складні структури, у тому числі «записуються» нові знання в голові людини. Це сфера інтересів синергетики.

Оскільки синергетика за останні роки свого розвитку перетворилася на дуже широкий напрямок у науці, то для досягнення нашої мети необхідно виділити вужчу область інтересів у ній. Тому тут не буде згадана, хоч би коротко, низка класичних цікавих проблем синергетики, таких як: поведінка дивних аттракторів, динаміка нелінійних систем, дисипативні структури, біфуркація й багато інших.

Свого часу Hermann Haken, відзначав, що його дуже вразило й заінтригувало спостереження за процесами спонтанного утворення високо впорядкованих структур з хаосу.

У повсякденному житті ми це бачимо, коли спостерігаємо за розвитком рослин і тварин. Якщо розглядати цей процес упродовж тривалого проміжку часу, то можна прийти до розуміння законів еволюції й до причин появи живої матерії. Подібна поведінка також відмічена і в неживій природі, коли в багатьох фізичних або хімічних системах з хаосу спонтанно виникають складні високо впорядковані просторові структури, які складним чином розвиваються з часом. Відмічено, що такі структури в неживій природі можуть функціонувати лише за рахунок підведення до них зовнішньої енергії й зовнішніх потоків речовин. Hermann Haken відзначає, що для нього виявилися неочікуваними вражаючі аналогії між поведінкою дуже різних за природою структур в процесі їх переходу від хаосу до високо впорядкованих структур.

На підставі цих спостережень Hermann Haken робить висновок про те, що функціонування живих і неживих систем підкоряється однаковим фундаментальним принципам. Також він показує, що аналогія в поведінці різних систем заходить дуже далеко.

Поява складних структур видається неймовірною після розгляду ряду прикладів.

Приклад 1. Нехай дано два твердих тіла з різною температурою – високою і низькою. Якщо їх привести в механічний контакт і залишити на деякий час в ізольованому термостаті, то в результаті обміну тепловою енергією гаряче тіло остигне, а холодне тіло нагріється до якоїсь спільної температури. Вони обидва придуть до стану термодинамічної рівноваги, хоча при мікроскопічному розгляді видно, що процес обміну енергією між атомами й молекулами обох тіл носить хаотичний характер. Проте не було жодного разу зафіксовано випадку, щоб якимсь тілом, що знаходиться у контакті з іншим тілом, мимоволі нагрілося, а друге тіло мимовільне охолело.

Приклад 2. Нехай є герметичний посуд, розділений перегородкою, в одній половині якого знаходиться газ, а в другій половині – вакуум. Якщо прибрати перегородку, то газ заповнить обидві половини посуду внаслідок хаотичного характеру руху молекул газу. Але ніколи не спостерігався такий варіант розвитку подій, щоб всі молекули газу знову зібралися б в одній з половин посуду, хоч би на мікросекунду.

Кількість подібних прикладів дуже велика, але навіть з такого невеликого їх числа можна зробити висновок, що процеси в природі рухаються лише у напрямку зростання ентропії (ентропія – це величина, яка показує числове значення безладу в даній системі). Як уже згадувалося, ентропія й інформація є жорстко зв'язаними між собою поняттями.

Але в природі також можливе протікання таких процесів, які можуть привести до зменшення величини ентропії в локальній підсистемі, яка є частиною великої системи. Покажемо це на прикладі.

Приклад 3. Нехай у закритий посуд поміщена водяна пара, нехай цей посуд знаходиться у термостаті з регульованою температурою. Якщо на першому етапі досліду в посуді знаходиться пара, то молекули пари рухаються практично з повною відсутністю кореляції руху між собою – хаотично. Лише у моменти зіткнень молекул між собою їх спільний рух якимось починає залежати одне від одного. Величина ентропії в системі в цьому випадку найвища.

Нехай далі дослідник знизив температуру пари і пара перетворилася на рідину. Характер хаотичного руху молекул води не зміниться в цілому, проте тепер величина відстані між молекулами рідини значно, в тисячі разів менша, ніж в ситуації із парою. Тому ступінь взаємного впливу руху однієї молекули рідини на рух сусідньої молекули в сотні й тисячі разів більший, ніж у випадку пари, хоча свобода руху для молекул рідини залишається великою. Необхідно відзначити, що повна й чітка теорія рідини все ще не створена. Ясно, що величина ентропії знизиться для системи, що складається з рідини, у порівнянні з ентропією системи з парою.

Нехай тепер дослідник знизить температуру рідини ще нижче, внаслідок чого рідина перетвориться на тверде тіло – лід. У цьому випадку залежність руху певної молекули від руху молекул, що оточують її, стає дуже високою. Молекули й атоми твердого тіла можуть здійснювати лише невеликі за амплітудою коливання щодо свого положення рівноваги у вузлах кристалічної решітки твердого тіла. У такому випадку величина ентропії, тобто міра безладу, після кристалізації рідини знизиться більше, ніж в системі з рідиною.

На цьому прикладі видно, що макроскопічні властивості пари, води й льоду між собою дуже відрізняються, хоча і пара, і вода, і лід складаються з одних і тих же молекул. Цікаво відзначити, що людина приблизно на 60% складається з молекул води.

Усе вищезазначене дає змогу зробити висновок, що підвищення або пониження величини впорядкованості й ентропії на мікроскопічному рівні приводить до різких змін властивостей системи на макроскопічному рівні. Щось подібне має місце в голові студента під час вивчення нових знань.

Біологічні системи мають здатність самостійно утворювати складні впорядковані структури. Тут немає конфлікту з принципом неухильного зростання ентропії в системі. Оскільки біологічні системи є відкритими системами, вони постійно обмінюються енергією, інформацією і речовиною із зовнішнім середовищем. Тому ентропія з біологічних систем може «вирушати» в зовнішнє середовище. Саме в зовнішній великій системі ентропія

неухильно збільшуватиметься за рахунок «скидання» ентропії з біологічної підсистеми. Тому тут не порушуються закони термодинаміки, як і показав це Erwin Rudolf Schrodinger.

Hermann Naken дуже цікавився причиною, яка примушує хаос самостійно створювати складні структури, в яких зменшується ентропія – він цю причину позначив терміном «невідомий демон».

Іуа Prigogine, якого теж можна назвати одним з творців синергетики, з поняттям ентропії пов'язував спрямованість часу лише з минулого в майбутнє, що було названо «стрілою часу». Він вважав, що безповоротність багатьох процесів у природі, у тому числі хімічних, вивченням яких він багато займався, пов'язана із законом зростання ентропії в системі.

Існує така точка зору, яка розглядає людину як хімічну фабрику, що рухається, і що усі процеси в організмі людини є тільки хімічними реакціями.

Іуа Prigogine вважає, що саме хімічні процеси, передусім саме вони, показують той факт, що минуле і майбутнє відрізняються одне від одного і не симетричні відносно операції зі зміни знаку часу. Дійсно, якщо до початку хімічної реакції ми маємо, припустимо, якусь кількість вуглецю у вигляді палива й газу, то після реакції горіння матимемо нові хімічні сполуки. Ніякої зворотності процесу горіння у часі при заміні знаку часу з «плюс» на «мінус», не спостерігається.

Хімічні реакції характеризуються своєю хаотичністю, тому можна висловити припущення, що саме хаос вмикає «стрілу часу». Необхідно додати також, що життя людини можна розглядати як хімічний процес біологічного горіння за температури приблизно 36.6 градусів, який супроводжується процесами мислення.

Hermann Naken розглядає біологічну клітину як складну динамічну систему, що має непросту структуру, адже з біологічних клітин, як будинок з цеглинок, побудована людина й більшість живих організмів. Говорячи про біологічні системи з точки зору синергетики, Hermann Naken вводить у розгляд термін «параметри порядку», який описує макроскопічну структуру системи й визначає поведінку окремих частин системи. Тобто за цим терміном стоять процеси конкуренції різних ідей і їх взаємний вплив одне на одного.

Він вводить також термін «принцип підпорядкування», який визначає, що поведінка дрібних частин підсистеми підкоряється параметрам порядку більшої системи, до якої входять дрібні підсистеми.

Під час вивчення дії інформації на складну систему Hermann Naken приходить до висновку, що сенс сигналу, що приймається, можна надати тільки тоді, коли буде відомою реакція адресата. Він пропонує ввести поняття відносної цінності сигналу. Очевидно, що передача інформації грає дуже велику роль у функціонуванні живого організму як єдиної системи.

Ясно, що без погодженої роботи мільйонів клітин були б неможливі процеси дихання, серцебиття, кровообігу, мислення, навчання й багато інших. Очевидно, що без потоку інформації, яка керує ходом хімічних процесів і синхронізує біологічні процеси, не буде самого життя.

Поняття «синергоінформатика». Як сказав філософ Karl Raimund Popper, жодну теорію не можна довести, теорію можна тільки спростувати. Під синергоінформатикою пропонується розуміти вивчення процесів структурування нових знань, нової інформації в голові людини (в нашому випадку студента) при досягненні об'єму знань певного значення. Ці знання передаються від викладача в певному порядку визначеними порціями – квантами наукової інформації. Керуючи цими процесами, викладач може значно підвищити ефективність навчання. Тут можна навести приклад, коли велика кількість сніжинок дуже складної структури і форми виникає в хмарі холодного туману при досягненні повітрям потрібної температури та вологості. Аналогічно, на думку авторів, викладач може створити потрібну структуру знань в голові студента з великої кількості квантів інформації.

Процеси навчання та мислення, що відбуваються в мозку людини, мають дуже складну структуру. Важко навіть прогнозувати, коли ми зможемо, хоча б у загальних рисах, розуміти ті процеси, настільки вони складні.

Hermann Haken вважає, що креативність мозку – це найскладніша головоломка, яку нам задав сам мозок. Нам дуже важко зрозуміти механізм, в результаті дії якого несподівано складається щось ціле з найхімерніших шматочків. Він вважає, що не тільки головний мозок людини керує процесом навчання й обробки інформації, а саме процеси синергоінформативної самоорганізації грають головну роль у процесах осмислення реальності.

Цікаво порівняти з ідеями, які висловив Hermann Haken, «теорію змін», яку запропонував Іуа Prigogine. Вважають, що багато частин Всесвіту можна розглядати як закриті системи із законами, які справедливі для закритих систем. Ці системи досить добре вивчені наукою, як наприклад, різні механізми.

Але головний інтерес мають відкриті системи, які обмінюються речовиною, енергією та інформацією із зовнішнім середовищем. До відкритих систем Іуа Prigogine відносить, поміж інших, біологічні об'єкти й соціальні системи. Тому вважають, що зрозуміти поведінку таких систем з позицій механіки неможливо. Вважають, що для переважної більшості об'єктів Всесвіту характерні саме відкритість, нестійкість і невірноваженість.

Іуа Prigogine вважає, що в природі є безліч об'єктів, що являють собою, по суті, довгий ланцюжок з великих систем і вкладених в них підсистем. У підсистему умовно великого масштабу вкладені підсистеми меншого масштабу і так далі, за зразком іграшки «матрьошка».

У цих системах і підсистемах відбуваються постійні флуктуації в силу дії квантової природи мікросвіту. У якийсь момент часу випадковий збіг декількох флуктуацій може викликати руйнування підсистеми або навіть усієї системи.

Якщо система після руйнування переходить на більш високий рівень впорядкованості, тобто величина ентропії в системі зменшиться, то для своєї підтримки на новому рівні система споживатиме більш високий рівень енергії ззовні. Подібні системи Іуа Prigogine називає «дисипативною структурою». Допускають існування процесів самоорганізації й виникнення порядку з хаосу в дисипативних структурах.

Якщо поставити поруч розглянуті вище приклади та педагогічні процеси, які мають місце під час навчання, то в око впадає їх велика схожість.

Дійсно, голову студента можливо розглядати як якийсь придуманий «жорсткий диск комп'ютера», і якщо ніякої інформації на поверхні цього диску не записано, то ступінь ентропії (відсутності будь-якого порядку) поверхні диску максимальна. Тому підсистема «голова студента» знаходиться в початковому стані, який характеризується нульовими знаннями.

Коли ж починається процес навчання, то потік зовнішньої інформації від викладача стає тим своєрідним «містком», який сполучає підсистему «голова студента» з великою зовнішньою системою «оточуючий світ», це сполучення реалізується через підсистему «викладач», яка виступає в ролі зовнішньої системи для підсистеми «голова студента».

В підсистемі «викладач» ступінь ентропії значно менший, ніж в підсистемі «голова студента», бо рівень корисної навчальної інформації підсистеми «викладач» значно вищий, зрозуміло чому. Раніше вже говорилось про зв'язок між ентропією та інформацією в системах. Тому внаслідок перетікання навчальної інформації від викладача до студента рівень ентропії «жорсткого диску» студента зменшується, його ентропія скидається в систему «оточуючий світ», через підсистему «викладач». Внаслідок зменшення рівня ентропії в підсистемі «голова студента» збільшується рівень корисної інформації, студент отримує певну кількість квантів знань. Цей процес можливо повторити багато разів, що є змістом педагогічного процесу.

При зменшенні рівня ентропії в підсистемі вона перейде на більш високий енергетичний рівень та буде споживати більше енергії та інформації від оточуючої її підсистеми «викладач». Якщо цього не буде, то тоді виникне знайоме з практики педагогів явище забування корисної навчальної інформації внаслідок квантових флуктуацій складових

частин підсистеми. В повній відповідності до думки Іуа Prigogine про дисипативні структури приклад такої структури можна побачити в «жорсткому диску» студента. В ньому нова інформація спочатку записується, рівень ентропії зменшується, але потім, внаслідок дисипації (розсіювання) енергії та інформації має місце забування набутих знань. Для боротьби з цим явищем та «підтримки форми» кожен педагог сам регулярно повторює матеріали своєї дисципліни та проводить подібну роботу зі студентами.

Ясно, що коли кількість корисної навчальної інформації на «поверхні диску» досягає певного високого значення (у кожної людини своє значення), то внаслідок дії синергетичних законів в ній проходять процеси самоорганізації та створюються нові складні структури.

Зрозуміло, що «жорсткий диск» у кожної людини має свої певні риси та характерні особливості. Для зовнішнього спостерігача ці характерні риси «жорсткого диску» невідомі і їх дуже важко визначити. Зрозуміло також, що врахування цих особливостей «диску» допоможе значно підвищити ефективність перетікання та «запису на диск» навчальної інформації від викладача до студента. Тому викладач повинен зарані професійно виконати структурування навчальної інформації таким чином, щоб процес «запису» був максимально ефективним. Можна висловити припущення, що при невдалій структуризації рівень засвоєних знань буде зменшуватися.

Висновки. Таким чином, існує глибока аналогія між роботою комп'ютера та мозком людини. Знання в голові повинні бути записані аналогічно чіткому порядку запису потрібної інформації на поверхні жорсткого диску комп'ютера. Відповідно до цього викладач повинен на своїх заняттях передавати навчальну інформацію студентам також в структурованому вигляді, що полегшить самоорганізацію одержаної навчальної інформації і значно підвищить рівень отриманих знань.

Це питання потребує, безумовно, додаткового вивчення і подальшої дискусії.

Список використаних джерел

1. Бриллюэн Л. Наука и теория информации: пер. с англ. А. Харкевич / Бриллюэн Л. – М.: Гос. Изд-во физико-математ. литературы, 1960. – 392 с.
2. Границкая А. С. Научиться думать и действовать: Адаптивная система обучения в школе: книга для учителя / А. С. Границкая – М.: Просвещение, 1991. – 175 с.
3. Дьяченко В. К. Организационная структура учебного процесса и ее развитие / В. К. Дьяченко – М.: Педагогика, 1989. – 160 с.
4. Королев С. В. Информационно-компьютерная модель процесса обучения / С. В. Королев – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – 7 с.
5. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: пер. с англ. Ю. А. Емельянова / общ. ред. Аршинова В. И., Климонтовича Ю. Л. и Сачкова Ю. В. / И. Пригожин, И. Стенгерс – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
6. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н. Ф. Талызина. – М.: Издательство Московского Университета, 1975. – 342 с.
7. Унт И. Э. Индивидуализация и дифференциация обучения / И. Э. Унт. – М.: Педагогика, 1990. – 192 с.
8. Хакен Г. Синергетика: пер. с англ. В. И. Емельянова / под ред. Ю. Л. Климонтовича, С. М. Осовца / Г. Хакен. – М.: Мир, 1980. – 404 с.
9. Шадриков В. Д. Мысль и ее познание / В. Д. Шадриков. – М.: Логос, 2014. – 240 с.

References

1. Brilluuen, L. (1960). Nauka i teoria informatsii [*Science and Theory of Information*]. (Harkevich A., Trans.). Moscow: Gos. Izd-vo fiziko-matemat. Literatuy [*in Russian*].
2. Granitskaia, A.S. (1991). Nauchitsia dumat i deistvovat: Adaptivnaia sistema obucheniia v shkole: kniga dlia uchitel'ia [*Study How to Think and Act: Adaptational Training System in the Secondary School: Teachers' Book*]. Moscow: Prosveshchenie [*in Russian*].

3. Diachenko, V.K. (1989). Organizatsionnaia struktura uchebnoho protsessa i yeie razvitiie [*Organizational Structure of Studying Process and its Development*]. Moscow: Pedagogika [in Russian].

4. Koroliev, S.V. (2015). Informatsionno-kompiuternaia model protsessa obucheniiia [*Information-Computerized Model of Studying Process*]. Kirovograd: RVV KDPU im. V. Vinnichenka [in Russian].

5. Prigozhin, I., & Stengers, I., Prigozhin, I., & Stengers, I. (1986). Poriadok iz haosa: Novyi dialog cheloveka s prirodoi [*Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*]. (Danilov Yu.A. Trans.). Arshinov V.I., Klimontovich Yu.L. & Sachkova Yu.V. (Ed.) Moscow: Progress [in Russian].

6. Talyzina, N.F. (1975). Upravlenie protsessom usvoeniia znanii [*Managing the Process of Knowledge Perception*]. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo Universiteta [in Russian].

7. Unt, I.E. (1990). Individualizatsiia i differentsiatsiia obucheniiia [*Individualization and Differentiation of Education*]. Moscow: Pedagogika [in Russian].

8. Haken, G. (1980). Sinergetika [*Synergetics*]. (Yemelianov, V.I., Trans.). Klimontovich Yu.L. & Osovets S.M. (Ed.). Moscow: Mir [in Russian].

9. Shadrikov, V.D. (2014). Mysl i poznaniie [*Thought and cognition*]. Moscow: Logos [in Russian].

KOROLEV Sergii, Senior Lecturer of the Department of Aviation Engineering, Flight Academy of National Aviation University;

MAKSIMOVA Liudmila, Senior Lecturer of the Department of Aviation Engineering, Flight Academy of National Aviation University.

APPLICATION OF SYNERGETIC-INFORMATICS APPROACHES IN PEDAGOGICAL PRACTICE

Abstract. *In this article, for the first time, the author's approach to improving the teaching methodology of students through the use of synergetic-informatics methods in high school teaching practice is examined. This is a new area of focus, which lies on the intersection of a plurality of concepts of information theory and a set of concepts of synergetics.*

Our time is characterized by a significant growth of demands of society on the alumnus. It is connected with a number of important factors among which the major ones are the following: globalization of world economics, competitiveness among alumni from best higher educational establishments, continuing development of new technologies. So, all pedagogies face a complicated task of improving their teaching methods. In scientists' opinion this task may be achieved due to usage of a new approach which was introduced by the authors of this article. For the first time it was named "synergetic-informatics" approach. The aim of this article is to draw researchers' attention to this approach.

To understand the basics of synergetic-informatics, we have to determine the terms "information" and "synergetics".

In the 20th century the term "information" got some new interpretations. Let us name some of them:

1. *It is suggested to understand information and theory of information as a process of acquiring of certain amount of information that different messages contain. Along with the issues of information transmission the theory of noise, different ways to modulate frequencies by a useful signal, ways to filtrate a useful signal with obstructions, mathematical methods of statistical analysis of a transmitted signal, etc.*

2. *Herman Haken, one of the founders of a progressive scientific trend named "synergetics", introduced his understanding of notion of "information". In his opinion information is a number of factual data which due to certain concerns is of great interest to a user, and these data must be analyzed.*

3. In the IT sphere the term "information" is understood as elements of computer memory with an assigned variable.

4. Information and theory of its transmission may also be understood as any process of data exchange by various spheres of science, engineering, nature, psychology, philosophy, physiology and others.

5. A famous scientist Leon Brillouin came up with his approach to definition of the term "information", which then was developed by other scientists. The connection (maybe a deeper one than noticed analogy) between the notions of "information" and "entropy" is also worth studying. We may suggest that it would be more logical to establish theory of information on the basics of axiomatic approach, as for example, the classical Geometry was founded on Euclid's axioms.

It is obvious that certain similarity is observed in notions of "information" and "energy" though energy may be different.

It may be considered that in the consciousness of every person certain information comprises model of existing reality is created, which individually reflects the connection and interaction of objects of surrounding world.

Next logical step is to research how complicated structures are self-coined from chaos, moreover new knowledge is recorded in human brains. This is the sphere of interests of synergetics.

Herman Haken stresses the unexpectedness of remarkable analogies in behavior of very different in nature structures in the process of transformation of chaos into highly organized structures.

Relying on these assumptions Herman Henken makes a conclusion that living and non-living systems function according to the same fundamental principles. Also he thinks that different systems are far from analogy.

Biological systems are able to create complicatedly organized systems themselves. As biological systems are open ones they constantly exchange energy, information and matter with environment. That is why entropy of biological systems may "enter" the environment. Precisely in an outer system entropy constantly enlarges due to dropping of entropy from a biological subsystem.

Hermah Haken was interested very much in reason that makes chaos itself create complicated systems where entropy diminishes. This reason he named "unknown demon".

With the notion of "entropy" Ilya Prigogin connected direction of time only from past to future, that was named "an arrow of time". He considered that the irreversibility of many processes in nature as well as chemical ones is connected with the law of the growth of entropy in the system which he studied thoroughly.

As a philosopher Karl Raimund Popper claimed, none system may be proved, it may only be refuted. It is offered to understand synergetic-informatics as a research of processes of structuring new knowledge, new information, especially while teaching students with the aim to introduce necessary amount of knowledge of precise meaning. This knowledge is passed by a teacher in necessary order and in certain portions – in bits of scientific information. Effectively managing these processes, a teacher can significantly improve the efficiency of training.

It is possible that there is a profound analogy between the work of a computer and human brain. Knowledge in the head of a person should be recorded in the same way as the exact order of recording the necessary information on the surface of the computer's hard drive. Accordingly, in his classes a teacher must transfer educational information to students also in a structured form, which will facilitate the self-organization of the received educational information.

This question needs, of course, additional study and further discussion.

Key words: informatics, synergetics, synergetic-informatics, pedagogy, pedagogical practice, teaching methods, quality of education, bits of information, structuring of knowledge.

Одержано редакцією: 06.02.2018 р.
Прийнято до публікації: 21.02.2018 р.