

ЗАКОНИ ЕВОЛЮЦІЇ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ЯК ФІЛОСОФСЬКА ОСНОВА МЕТОДИК КРЕАТИВНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Постановка проблеми. Результатами креативного (творчого) навчання є створення об'єктів техніки та формування фахівця - митця, який відчуває необхідність як до самовдосконалення, так і до вдосконалення навколишнього середовища [1].

А.В. Брушлинський [2] висунув гіпотезу, що сучасне має зворотній вплив на ті знання, що були накопичені раніше; чим більший цей вплив, тим вищий рівень творчого процесу. Те нове, що відкриває дослідник, перебуває в певній системі відносин, яка пов'язує його з уже відомим у його дослідницькій проблемі. Розкриття цієї системи відносин і є шлях пізнання невідомого.

У розвитку техніки як складової частини поступового розвитку цивілізації є природноісторичний (об'єктивний) процес, яким управляють закони діалектики (закон єдності і боротьби протиріч; закон взаємного переходу кількісних та якісних змін; закон заперечення заперечень), що не тільки не залежать від волі, свідомості і наміру людини, але й самі визначають його волю, свідомість та наміри [3].

У розвитку об'єктивної реальності йдуть два протилежні процеси, дві еволюції [3]:
- еволюція розсіювання, деградації, розпаду від складного до простого, ентропійна еволюція (відкрита Клаузісом і Больцманом і сформульована у другому початку термодинаміки);
- еволюція життя, розвиток і самоорганізація живої речовини планети від простого до складного, негентропійна еволюція (відкрита і сформульована Дарвіном).

Техноеволюція, як розвиток технічних систем, є складовою і невід'ємною частиною другого типу еволюційного розвитку.

Пізнання хоча б частини законів техноеволюції дозволить фахівцям легше досягти поставлених цілей із розвитку технічних систем. Закони розвитку техніки є рівнодіючою законів природи або другої похідної від них [3]. У загальному сенсі система знань фахівця повинна пояснювати виникнення і функціонування, а також передбачати розвиток (еволюцію) об'єктів (предметів, явищ, понять) дійсності [4].

Це обумовлює наявність проблеми врахування в методиці креативного навчання технічних дисциплін законів еволюції технічних систем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Значна увага розробці законів еволюції технічних систем приділялась такими дослідниками, як Г.С. Альтшуллер, О.І. Половинкін, В.М. Зайончик, Ю.М. Кузнецов, М.А. Шпаковский та інші [3,6,7,8,9,10]. Цими дослідниками було визначено, що технічні системи розвиваються за об'єктивно існуючими законами, ці закони можливо пізнати, виявити і використати для цілеспрямованого розвитку технічних систем.

Ними було визначено, що основу законів еволюції технічних систем складає філософська «модель життя», яка представляє собою S-подібну криву (рис.1). Вона показує, як змінюються з часом головні характеристики технічної системи (продуктивність, потужність, швидкість тощо). Кожний відрізок часу Δt_i , за який параметр технічної системи одержує зміну ΔP_i , обов'язково є результатом появи того чи іншого нового технічного рішення (винаходу). У різних систем ця крива має свої індивідуальні особливості. Але «модель життя» має характерні ділянки, що відповідають всім технічним системам.

Розглянемо характерні ділянки S-подібної кривої більш детально. Параметр P_{00} , згідно закону єдності і боротьби протиріч, потребує покращення. При цьому виникає протиріччя між існуючим параметром P_0 і новими вимогами, що зумовлює необхідність удосконалення технічного рішення TP_0 . Покращення параметру P_0 можливе тільки за рахунок вдосконалення технічного рішення TP_0 і появою нового технічного рішення. На ділянці 1, як правило, різниця показників ΔP незначна. В технічних рішеннях, одержаних на цьому етапі, присутні недоліки і недоробки, і вони не дають економічного ефекту, так як технічна система ще тільки створюється. Таким чином, ділянка 1 відображає стадію зародження і дитинства технічної системи.

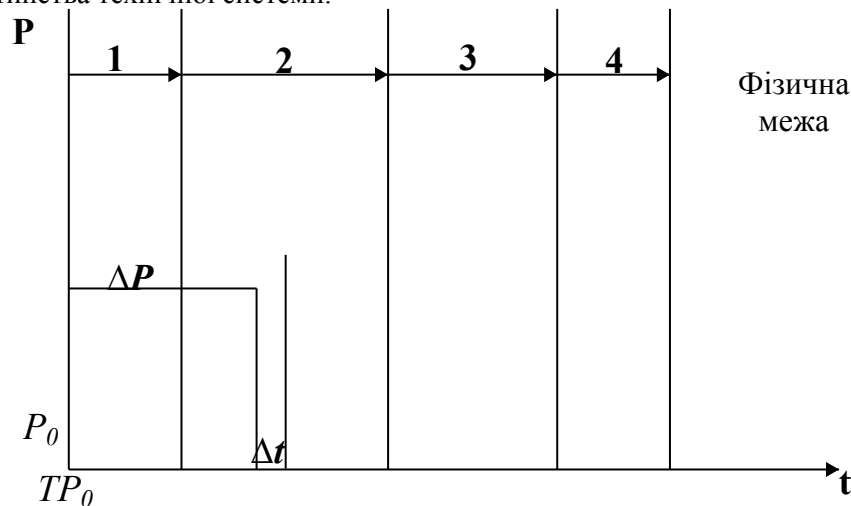


Рис. 1 «Модель життя» технічної системи

Далі, згідно з законом взаємного переходу кількісних та якісних змін, настає етап (ділянка 2), в якому різниця показників ΔP для кожного наступного технічного рішення у вибраному технічному напрямку є досить значною. Таким чином, параметр P буде швидко зростати. Ділянка 2 характеризує інтенсивне покращення системи, тобто зростання технічної системи. На цьому етапі, звичайно, починається масове застосування та вдосконалення технічної системи. З плином часу відрізки Δt_i об'єктивно стають все меншими. На ділянці 3 швидкість зростання параметру P сповільнюється, тобто темп розвитку системи починає знижуватися, і для технічної систем настає етап зрілості. В цей період навіть невелике покращення технічної системи приносить великий економічний ефект. Якщо $\Delta P \rightarrow 0$, то це свідчить, що резерв вдосконалення за цим принципом дії використано, тобто технічна система досягла своєї фізичної межі і морально старіє. У цьому разі, згідно з законом заперечення заперечень, необхідно здійснити перехід на одержання технічних рішень із покращення параметру P за іншим принципом дії (технічним напрямом). Тобто технічна система повинна змінитися принципово новою технічною системою (ТС) – «молодим конкурентом».

Якщо продовжувати одержувати технічні рішення за попереднім технічним напрямом (ділянка 4), то можна одержати спад показника P . Отже, вже на 3-ому етапі виникає необхідність переходу на інший технічний напрямок.

Цей перехід, згідно з законом заперечення заперечень, здійснюється стрибкоподібно. Стрибок – це характеристика якісного перетворення. Сенса цього полягає в

тому, що, кількісно змінюючись в результаті покращення параметру P , раптом переривається ця зміна і перетворюється на щось абсолютно інше, не схоже на те, що нагромаджувалося [11]. Незалежно від того, яка тривалість цього процесу стрибка, суть його в одному – руйнування однієї єдності кількості (низки технічних рішень) і якості (принципу дії) і створення іншої єдності кількості й якості.

Таким чином, еволюція технічних систем є неперервним потоком нових технічних рішень. Використовуючи філософські закони діалектики і еволюційну криву розвитку технічних систем, можна спрогнозувати наступний крок розвитку технічної системи. Але закони розвитку технічних систем дослідниками розглядалися в основному окремо від процесу навчання, хоча еволюційний підхід може бути об'єктивною філософською основою методик креативного навчання студентів технічних дисциплін. Адекватність відтворювання в методиках навчання реальних законів розвитку технічних систем дозволить віднести ці методики до природовідповідних.

Постановка завдання. Метою роботи є визначення законів розвитку технічних систем для методик креативного навчання студентів технічних дисциплін.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо використання об'єктивних законів розвитку технічних систем у навчанні майбутніх інженерів. Причина виникнення і розвитку техніки, згідно закону єдності і боротьби протиріч, полягає в наявності та розв'язанні суперечностей між цілями (потребами) і засобами для втілення цих цілей (можливостями) в діяльності людини. Людина ніколи не задовольнялася досягнутим, тому при розв'язанні суперечності та одержанні нового технічного об'єкту, відразу ж виникає інша суперечність, але на іншому ступені розвитку. Технічні об'єкти створює людина, з цієї причини вони є суб'єктивно визначеними (заданими) людиною. З іншого боку, розвиток технічних систем – об'єктивний історичний процес, який реалізує об'єктивно існуючі закономірності. Аналіз історії розвитку технічних об'єктів у навчанні дозволить виділити загальні прийоми, закони, закономірності одержання нових (квазінових) об'єктів.

Технічна система розвивається в різних технічних напрямках (за різним принципом дії) (рис.2). Відстань по вертикалі між двома сусідніми кривими розвитку (росту їх основного показника) технічних систем за старими і новими принципами дії Фостер називає технологічним проривом [8]. Тобто, вичерпавши можливість старого принципу дії, технічна система повинна перейти на новий, більш ефективний принцип дії. Це є одним із головних законів розвитку технічних систем. Знання його спонукає до постійного пошуку нових принципів дії технічних систем: фізичних, геометричних, біологічних тощо для підвищення працездатності техніки.

Майбутній інженер у навчанні при моделюванні історичного шляху розвитку технічної системи в різних технічних напрямках (за різним принципом дії) навчиться визначати такі етапи розвитку ТС (нові принципи дії). Результати навчання студента будуть використовуватися в його майбутній професійній діяльності, яка визначається об'єктивними законами розвитку ТС.

Якщо інтерпретувати S-подібні криві розвитку технічної системи, то одержимо підсумкову S-криву розвитку технічної системи P_{Σ} , за якою можливо спрогнозувати наступний етап розвитку ТС.

Використання об'єктивних законів еволюції технічних систем у методиках навчання технічних дисциплін дозволить студентам у значно менших масштабах часу змоделювати і пізнати природний шлях еволюції технічних систем і тим самим визначити програму розвитку цих систем на майбутнє.

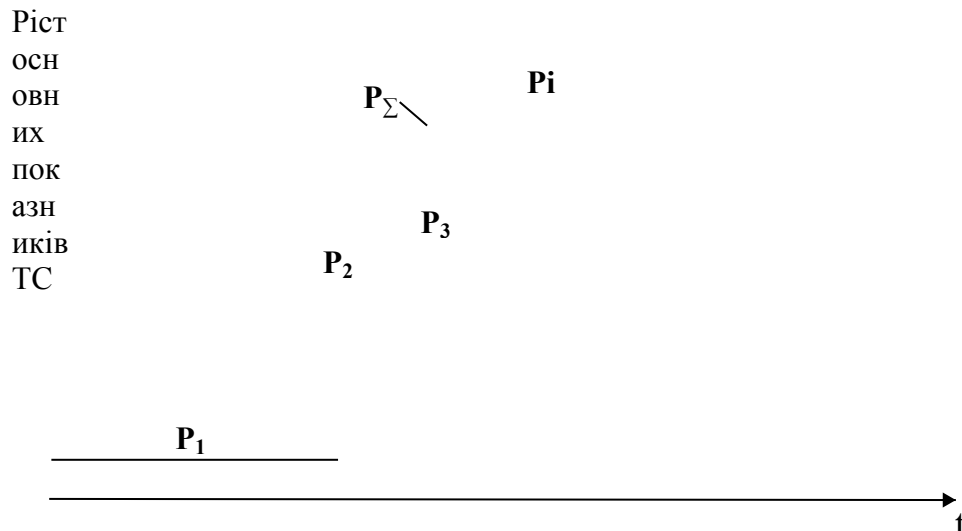


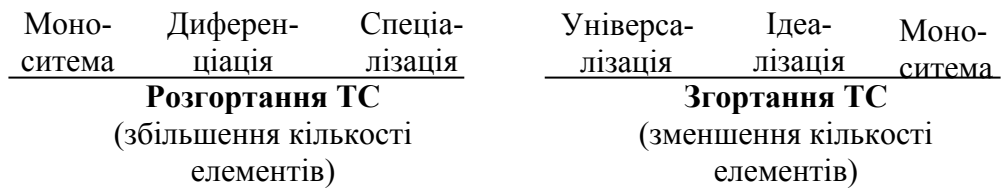
Рис. 2 S-подібні криві розвитку технічної системи

Розглянемо більш детально філософські засади розвитку технічних систем, які вперше сформулював Г.С. Альтшулер [6]. Для розвитку технічних систем необхідна ціль, яка задається людиною і яка потрібна для виконання корисної функції. Поява цілі виникає в результаті появи потреби. Ціль – це те, що необхідно зробити, а корисна функція ТС – реалізація цієї цілі. При одержанні технічних систем слід враховувати, що взагалі необхідна функція системи, а не сама технічна система. Кожна ТС може виконувати декілька функцій, з яких тільки одна є головною, для якої вона існує, а інші – допоміжними, які полегшують виконання головної функції. Єдиним якісним критерієм прогресивності змін у розвитку будь-якої технічної системи є ідеальність (мінімум маси (М), габаритів (Г), енергоємності (Е) тощо). Тому збільшення ступені ідеальності технічної системи є головним законом її розвитку. Саме цей критерій визначає найбільш загальні тенденції розвитку технічних систем.

Ідеальна технічна система – це система, в якій М,Г,Е - характеристики прагнуть до нуля, її здатність виконувати роботу при цьому не зменшується, а кількість корисних функцій збільшується. Зникнення системи і збільшення корисних функцій – дві сторони загального процесу ідеалізації, відповідають закону єдності і боротьби протиріч.

Функціонування всіх технічних систем починається з одного елементу (моносистеми), який повинен виконувати одну елементарну функцію. Збільшення головної корисної функції (ГКФ) можливе тільки тоді, коли виникає в цьому потреба, тобто коли з'являється проблема. Задоволення цієї потреби, згідно закону єдності і боротьби протиріч, вступає в суперечність із можливостями існуючого об'єкту. Розв'язати цю суперечність можливо шляхом збільшення (підсилення) визначених властивостей об'єкту. Згідно закону взаємного переходу кількісних та якісних змін, виникає необхідність у диференціації (збільшення кількості) елементів об'єкту, тобто розподілу елементу на зони з різними властивостями. Із первинної моносистеми починають виділятися елементи з іншими властивостями. Система розростається за рахунок ускладнення своїх елементів. Система стає спеціалізованою, згідно закону заперечення заперечень вона починає виконувати функції більш високого рангу за ієрархією, не збільшуючи кількості своїх елементів.

Система стає все більш універсальною з незмінною, а потім і зі зменшеною кількістю елементів. Тобто, перша половина процесу розвитку ТС – це розгортання ТС, яке пов’язане зі збільшенням кількості елементів системи, друга – згортання, при цьому зменшується кількість елементів системи до одного і з’являється нова моносистема:



Розглянемо більш детально процес розгортання та згортання технічної системи у просторі та часі. Наприклад, первинна моносистема (початкове технічне рішення) – перемішувачий пристрій з однією лопаттю має малу ефективність перемішування рідин. Згідно закону єдності і боротьби протиріч, виникає проблема між ціллю і можливостями. Виникає потреба у збільшенні ефективності перемішування. Цю потребу можна реалізувати за допомогою декількох функцій: збільшення осьового потоку, збільшення турбулентності в об’ємі апарату, збільшення тангенціального потоку, збільшенні напруги здвигу рідини тощо. На цьому етапі необхідно обрати одну головну корисну функцію, наприклад, збільшення турбулентності в об’ємі апарату. Реалізувати цю функцію можливо шляхом збільшення кількості лопатей перемішувачого пристрою – шляхом диференціації ТС (рис.3).

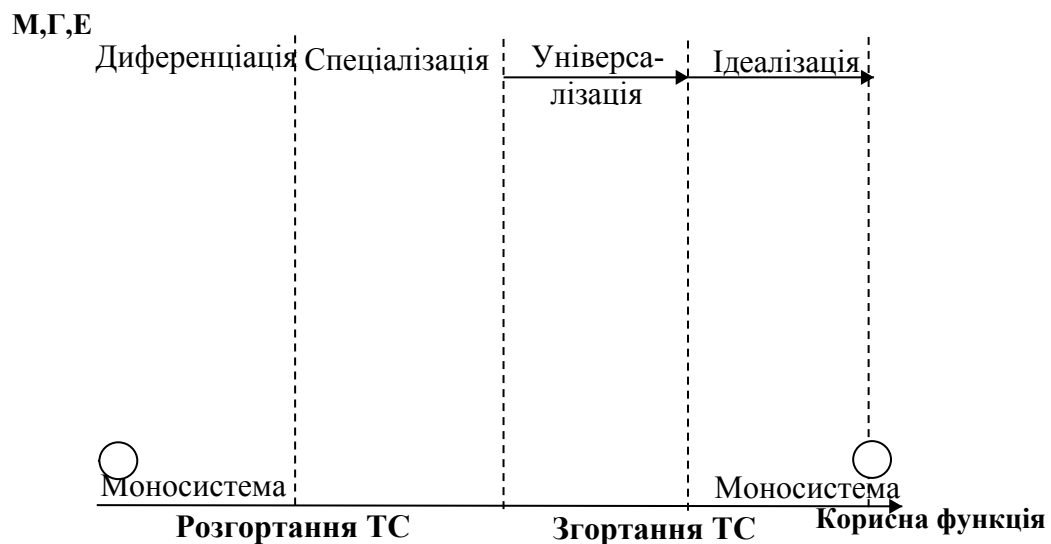


Рис. 3 Просторово-часова модель розвитку ТС

Для збільшення ефективності перемішування у верхніх шарах апарату, збільшення кількості лопатей відбувається по вертикалі. При цьому збільшується також і тангенціальний потік, система стає більш спеціалізованою. Тобто система розгортається за рахунок збільшення кількості елементів. При цьому М,Г,Е – характеристики теж збільшуються, що є не бажаним (рис. 3). Згідно із законом взаємного переходу кількісних та якісних змін, настає етап змін.

Об’єднання лопатей в одну листову лопать дозволить збільшити тангенціальний

потік і система стане більш універсальною. Кількість елементів при цьому зменшиться, М,Г,Е – характеристики теж зменшаться, а корисна функція тільки збільшиться. Можливий і варіант об'єднання лопатей в один диск. При цьому додатково з'являється ще одна корисна функція – збільшується напруга здвигу рідини, а технічна система стане знову моносистемою, але більш ідеальною. Таким чином, відбулося згортання системи за рахунок зменшення кількості елементів до одного. Згідно із законом заперечення заперечень, відбувається відмова від попередньої моносистеми і настає перехід до покращення корисної функції одержаної моносистеми.

Розглянемо можливі варіанти розгортання і згортання ТС на основі законів розвитку технічних систем, що сформулював Г. С. Альшулер. Ці закони є конкретним втілення головного закону – збільшення ступені ідеальності технічної системи на різних стадіях розвитку технічної системи [3]:

1. Закон повноти частин системи;
2. закон «енергетичної провідності» системи;
3. закон погодження ритміки частин системи;
4. закон нерівномірності розвитку частин системи;
5. закон збільшення ступені репольності;
6. закон збільшення ступені динамічності системи;
7. закон переходу із макрорівня на мікрорівень;
8. закон переходу в надсистему (лінія розвитку «моно-бі-полі»).

Розглянемо більш детально механізм одержання технічних систем за Альшулером. Для виконання функцій необхідний тільки матеріальний об'єкт. Необхідною умовою принципіальної життєздатності технічної системи є наявність та працездатність основних частин системи – *закон повноти частин системи*, прохід енергії по всіх частинах системи – *закон «енергетичної провідності» системи* та погодження частоти коливань (періодичності роботи) всіх частин системи – *закон погодження ритміки частин системи* [3].

Для синтезу ТС необхідна наявність чотирьох частин: двигун, робочий орган, трансмісія (зв'язок, через який передається енергія від двигуна до робочого органу), орган управління та її мінімальна придатність для виконання функцій системи. Наприклад, початкова моносистема – перемішувачий пристрій складається з апарату для перемішування, лопаті, валу, приводу і двигуна. Якщо хоча б одна частина відсутня, то це ще не ТС, а якщо хоча б одна частина не працездатна, то ТС в цілому теж буде не працездатна.

Для того, щоб частиною системи можна було управляти, необхідно забезпечити енергетичну провідність між цією частиною і органом управління. Будь-яка ТС є провідником і перетворювачем енергії. Якщо енергія не буде проходити через усю систему, то якась частина ТС не буде одержувати енергію і не буде працювати. Напрямок руху енергії завжди йде від джерела енергії (двигуна) через трансмісію (привод і вал) до робочого органу (лопаті) і далі до виробу чи середовища (рідини). Передача енергії від однієї частини ТС до іншої може бути речовинною (вал, шестерня, удар тощо), польовою (магнітне поле, електричний струм тощо) і речовинно-польовою (потік заряджених часток).

Життєздатними є тільки ті системи, в яких вид коливань підібрано так, щоб частини системи не заважали один одному і найкращим чином виконували корисну функцію. Існують два види коливань – власні і вимушені. Частота власних коливань – невід'ємна властивість будь-якої частини системи – залежить тільки від характеристик самого об'єкту

(від розмірів, маси, пружності тощо). Найцікавіше настає тоді, коли частота зовнішнього силового (польового) впливу співпадає з власною частотою коливань – настає режим резонансу. Резонанс може бути і корисним, і шкідливим. Для того, щоб покращити роботу системи, необхідно узгодити коливання частин, або, навпаки, їх розкоординувати. Використання резонансу (або попередження його появи) досягається простою зміною параметрів елементів (розмірів, маси, частоти), при цьому в систему нічого нового не вводять.

Перші три закони є статичними, початковими для життєздатності технічного рішення. На S-подібній кривій вони відповідають періоду виникнення і формування технічної системи (ділянка 1 рис.1).

Наступні три закони: закон нерівномірності розвитку систем, закон збільшення ступені динамічності системи і закон збільшення ступені репольності відповідають розгортанню ТС. Розглянемо, як відбувається етап розгортання ТС на основі цих законів.

Розвиток частин системи йде нерівномірно: чим складніша система, тим нерівномірніший розвиток її частин – *закон нерівномірності розвитку частин системи* [3]. Нерівномірність розвитку частин системи є причиною виникнення технічних і фізичних суперечностей, а отже, різних технічних напрямків розвитку технічних систем. При збільшенні ступені організованості в одному місці саме тут збільшується ступінь дезорганізованості в іншому місці. Будь-яка прогресивна зміна може викликати десь і регресивну. Для збільшення головної корисної функції необхідно виділити певну окрему властивість елемента системи – це початок спеціалізації елемента, диференціації властивостей у системі. Найпростішим рішенням є збільшення М,Г,Е – характеристики цієї системи (товщини, витрат енергії, ваги, габаритів). При покращенні однієї властивості елемента технічної системи виникає суперечність: погіршуються інші властивості системи або частини системи. Суперечність вирішується появою нових технічних систем. У результаті досягається новий рівень погодження між елементами системи. Так з'являється багато інших варіантів одного і того самого технічного об'єкту в різних технічних напрямках. Таким чином, рухомою силою процесу є поява неоднорідності розвитку в ТС.

Для підвищення ефективності жорстких систем, необхідно зробити їх динамічними, тобто перевести до більш гнучких структур і режиму роботи, що швидко змінюються, підстроюються під зміни зовнішнього середовища – *закон збільшення ступені динамічності системи* [3]. З моменту синтезу і на перших етапах розвитку ТС мають звичайно жорсткі внутрішні зв'язки, в них відсутні підсистеми для зміни режиму роботи в залежності від зміни зовнішніх умов. Тому системи недовговічні, і настає етап динамізації (адаптації). Для механічних систем він починається з переходу від нерухомих систем до рухомих, жорсткі системи замінюються на гнучкі, на гідро-, пневмоконструкції, використовується вібрація, періодична зміна форми тощо. Для наступних етапів динамізації характерне застосування фізичних і хімічних ефектів і явищ, введення зворотного зв'язку.

Закон збільшення ступені репольності [3] – розвиток ТС іде в напрямку збільшення ступені репольності: нерепольні системи бажають стати репольними, а в репольних системах розвиток іде шляхом збільшення кількості зв'язків між елементами, збільшення кількості елементів. Закон належить до періоду розгортання ТС: розгортається (ускладнюється) та частина чи елемент реполю, який найважче виконує ГКФ (чи при збільшенні ГКФ).

Ці три закони є законами кінематики і на S-подібній кривій відповідають періоду початку росту і розквіту розвитку ТС (ділянка 2 рис.1).

Закон переходу з макрорівня на мікрорівень [3] визначає розвиток ТС спочатку на макрорівні, а потім на мікрорівні. Тобто замість колес, валу, шестерні поступово необхідно перейти на роботу молекул, атомів, іонів, електронів тощо, якими легко можна управляти за допомогою фізико-хімічних ефектів. Закон діє як на етапі розгортання ТС, так і на етапі згортання ТС. Основний задум полягає в збільшенні головної корисної функції. На макрорівні (етап розгортання) цей ефект досягається збільшенням розмірів і потужності дії елементів системи. Ці можливості швидко вичерпуються, а М,Г,Е – характеристики досягають фізичної межі. Тому залишається тільки перехід на мікрорівень: необхідно задіяти більш глибокі структури речовин, звільнити допоміжні резерви енергії, виявити і використати нові властивості матерії тощо (етап згортання). Для збільшення ГКФ необхідно, щоб одна часина (зона) була гострою, друга – тупою, твердою – м'якою тощо. В деяких зонах необхідно підсилити необхідні властивості, виконати перехід однорідної структури до неоднорідної. При цьому диференціюються функції – різні частини (зони) об'єкту виконують різні функції. Диференціація властивостей і функцій призводить до розподілу (розшарування) об'єкту, однорідний елемент замінюється на багат шаровий – волокнистий – дисперсійний. При цьому деякі частини (шари, волокна, частинки) для загальної роботи у складі робочого органу об'єднуються так, щоб підсилити корисні функції і зменшити шкідливі.

Розвиток системи, яка досягла своєї межі, може бути продовжений на рівні надсистеми – *закон переходу в надсистему* [3]. Один із шляхів такого переходу може бути об'єднання технічних систем і виникнення бі- і полісистем. Бі- і полісистеми можуть розвиватися як «вверх» (виникнення ще більших надсистем), так і «вниз» (згортання декількох систем в одну систему) (рис. 4).

На будь-якому етапі розвитку (розгортання) система може бути згорнута в нову моносистему, яка може стати початком нової хвилі розвитку. При одержанні бі- і полісистем виникають якісні зміни технічної системи за трьома параметрами: властивостям, зв'язкам, внутрішнім середовищем. Таким чином, головний сенс застосування переходу моно-бі-полі – кількісні зміни (об'єднання систем) виправдовується тільки у випадку появи нової якості.

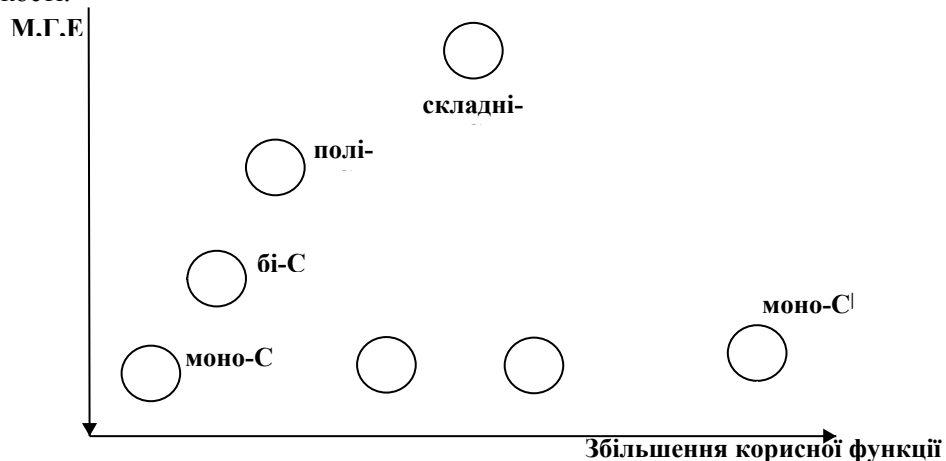


Рис. 4 Модель розвитку технічної системи згідно з законом переходу в надсистему

На S-подібній кривій останні два закони відповідають як етапу розвитку, так і

переходу до нової системи. Вони є законами динаміки, що відображають тенденції розвитку сучасних систем.

Розглянуті закони розвитку технічних систем мають бути об'єктивною філософською основою розробки методик креативного навчання технічних дисциплін. Таким чином, при розробці змісту креативного навчання технічних дисциплін необхідно сформулювати послідовність квазісамостійного одержання технічних рішень, щоб студенти могли змоделювати реальний, природний розвиток технічних систем.

Висновки.

1. Проаналізовано процес розвитку технічних систем, визначено характерні ділянки розвитку технічних систем. Визначено, що цей процес є об'єктивним історичним процесом, який показує об'єктивно існуючі закономірності. Аналіз історії розвитку технічних об'єктів у навчанні дозволить виділити загальні прийоми, закони, закономірності одержання нових (квазінових) об'єктів.

2. Проаналізовано закони розвитку технічних систем, які можуть бути об'єктивною філософською основою розробки методик креативного навчання студентів технічних дисциплін, що дозволять фахівцям у значно менших масштабах часу змоделювати й опанувати природний шлях еволюції технічних систем і тим самим визначити програму розвитку цих систем на майбутнє. При розробці змісту креативного навчання студентів технічних дисциплін необхідно сформулювати послідовність квазісамостійного одержання технічних рішень, щоб студенти могли змоделювати реальний, природний розвиток технічних систем. Адекватність відтворення в методиках навчання реальних законів розвитку технічних систем дозволить віднести ці методики до природовідповідних.

Перспективами подальших досліджень є розробка методик креативного навчання студентів технічних дисциплін на основі законів розвитку технічних систем.

Література

1. Сисоєва С.О. Основи педагогічної творчості [підручник] / Сисоєва С.О. – К.: міленіум, 2006. – 346 с.
2. Брушлинский А.В. Субъект: мышление, учение, воображение: [избранные психологические труды] / Брушлинский А.В. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: НПО “МОДЭК”, 2003. – 408 с.
3. Саламатов Ю. Система развития законов техники / Саламатов Ю. – М.: Просвещение, 1991. – 175 с.
4. Хуторской А.В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / Хуторской А.В. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.
5. Хуторской А.В. Современная дидактика [учебное пособие 2-е изд., перераб.] / Хуторской А.В. – М.: Высш. шк., 2007. – 639 с.
6. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач / Альтшуллер Г.С. – Новосибирск, 1986. – 294 с.
7. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества / Половинкин А.И. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
8. Туров М.П. Основи винахідництва та методи пошуку розв'язку творчих технічних задач [методичний посібник] / Туров М.П. – К.: Освіта України, 2008. -312 с.
9. Шпаковский Н.А. Деревья эволюции. Анализ технической информации и генерация новых идей [учебно-методическое пособие] / Шпаковский Н.А. – М.: ТРИЗ – профн, 2006. – 240 с.

10. Заенчик В.М. Основы творческо-конструкторской деятельности [методы и организация] / Заенчик В.М., Карачев А.А., Шмелев В.Е. – М.: Издательский центр “Академия”, 2004. – 256 с.
11. Босенко В.А. Всеобщая теория развития / Босенко В.А. – К, 2001. - 470 с.

Лазарев М.І., Рубан Н.П.

Закони еволюції технічних систем як філософська основа методики креативного навчання студентів технічних дисциплін

У статті проаналізовано процес розвитку технічних систем, визначено характерні ділянки розвитку технічних систем, а також проаналізовано закони розвитку технічних систем, які можуть бути об'єктивною філософською основою розробки методик креативного навчання студентів технічних дисциплін, що дозволять фахівцям пояснювати виникнення і функціонування технічних систем, а також передбачати розвиток їх у майбутньому.

Ключові слова: закони, еволюція, творчість, креативне навчання, технічна система, філософська основа, методика.

Лазарев Н.И., Рубан Н.П.

Законы эволюции технических систем как философская основа методики креативного обучения студентов технических дисциплин

В статье проанализирован процесс развития технических систем, определены характерные участки развития технических систем, а также проанализированы законы развития технических систем, которые могут быть объективной философской основой разработки методик креативного обучения студентов технических дисциплин, которые позволят специалистам объяснять возникновение и функционирование технических систем, а также спрогнозировать развитие их в будущем.

Ключевые слова: законы, эволюция, творчество, креативное обучение, техническая система, философская основа, методика.

N. Lasarev, N. Rubin

Laws of Technical Systems Evolution as Philosophic Basis for Methodology of Creative Teaching of Students to Technical Disciplines

The article analyzes the process of developing technical systems, the characteristic parts of technical systems development are determined, laws are also analyzed of developing technical systems, which may become an objective philosophical basis for developing methodologies of creative teaching students to technical disciplines which will allow the specialists to explain the origin and functioning of technical systems and to forecast their development in the future.

Key words: laws, evolution, creativity, creative teaching, technical system, philosophical basis, methodology.

Стаття надійшла до редакції 04.11.2008р.