

УДК 62-231:621.9.04

ПЕРЕДАЧА ГЕНЕТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ПРОЦЕСІ ЕВОЛЮЦІЇ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

*Кузнєцов Ю.М., д-р техн. наук, проф.
(Національний технічний університет України «КПІ»)*

На прикладі вертикально-свердлильних і фрезерних верстатів показано застосування теорії еволюції систем з передачею генетичної інформації від минулого через сьогодні в майбутнє. В основу механічного гена як спадкової інформації запропонована елементарна частинка у вигляді безрозмірної матеріальної точки, яка на хромосомному рівні перетворюється на елементарне тверде тіло з обмеженою кількістю правильних форм.

Ключові слова: станок, механічний ген, елементарне тверде тіло, генетична інформація, еволюція.

В історії діяльності Людини важливу роль зіграла механіка – наука про закони руху тіл, що має відношення до всіх явищ Природи і творіння техніки, до всіх природничих наукових дисциплін [8].

Механіка як наука і як перший крок на шляху полегшення фізичної праці Людини, що заснована на відкритих законах з часів Архімеда, Коперника, Галілея, Ньютона, і розвинута Ейнштейном, Жуковським та багатьма іншими вченими [3, 15, 22], перетворилась в інженерну науку [17]. Вона завжди була пов'язана з фізикою і математикою при проектуванні механічних та інших систем різної складності природного і природно-антропогенного походження.

Проектування завжди пов'язане з геометричними побудовами як в техніці, так і в будівництві. Створюючи нове або відтворюючи в натурі відоме, людина завжди зверталася до геометричних побудов.

В геометрії – це проведення паралелі, поділ відрізка навпіл, на число рівних або пропорційних частин, встановлення перпендикуляра, побудова кута, рівного заданому (30°, 45°, 60°), поділ кута навпіл, проведення дотичної, виконання кола зовні або всередині багатокутника, побудова різних фігур.

В планіметрії і стереометрії мова

вже йде відповідно про геометричні поверхні й тіла. Різні геометричні тіла – це предмети, від яких мислено відокремлені всі його властивості, крім просторових – об'ємних (форма і розміри).

Ці прості міркування ще за давніх часів використовувалися Людиною в розумовій, практичній, виробничій та іншій діяльності, і у вигляді генетичної інформації, зафіксованої на різних носіях (знаках, малюнках, книжках, статуетках, числах, тощо), переносилися із покоління в покоління з еволюційним їх розвитком [1, 3].

В кам'яному віці кількість технічних систем, які склалися з одного – трьох тіл не перевищували п'яти – десяти (обробка каменю каменем в Африці 2,4 млн р. тому, кам'яна сокира в Кенії 1,65 млн р. тому, оволодіння вогнем в Африці 790 тис. р. тому тощо).

Відкриття, що здається на перший погляд парадоксальним, нових ефектів і явищ [18], об'єктивно існуючих в Природі, дозволяє набагато років вперед прогнозувати, і навіть передбачати розвиток науки і техніки, розв'язувати найскладніші проблеми, які стоять перед людством, серед котрих енергетичні, екологічні, сировинні, інформаційні та інші.

По аналогії з біологічним [19] і електромагнітним [20] генами в основу

ПРОБЛЕМИ МЕТОДОЛОГІЇ

механічного гена на генетичному рівні як нащадкової інформації, створеної Природою, можуть бути покладені елементарні частинки [18, 24] у вигляді безрозмірної матеріальної точки – нерухомої для статичних антропогенних систем, й рухомої під дією сили і (або) моменту для динамічних антропогенних систем. На хромосомному

рівні (батьківські хромосоми) матеріальна точка перетворюється на елементарне тверде тіло обмеженої кількості форм у вигляді кулі, циліндра, правильного багатогранника, призми, паралелепіпеда, труби, конуса, піраміди (рис.1). Об'єднання елементарних тіл утворює механічні ланки різної форми.

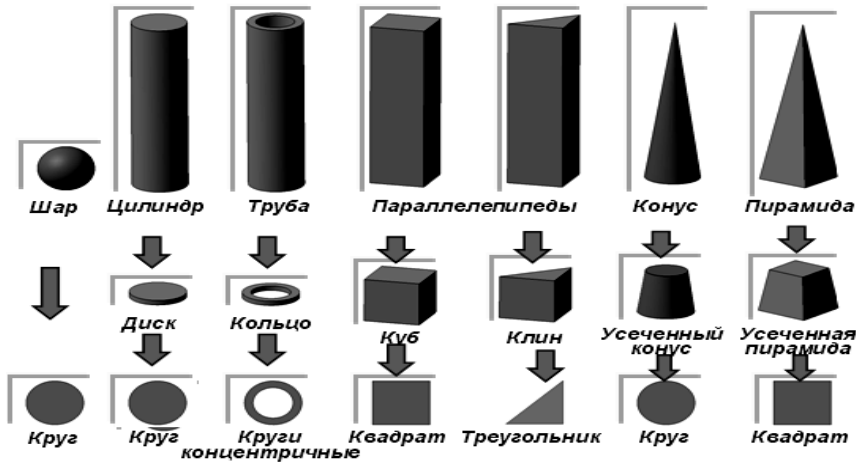


Рис.1. Приклади елементарних твердих тіл і фігур породжуючих елементів механічної системи

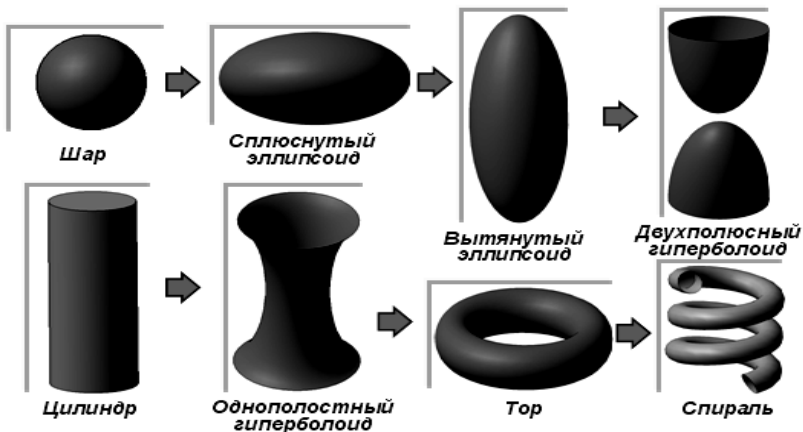


Рис.2. Приклади зміни форми елементарних твердих тіл з виникненням хромосом-нащадків

Під дією зовнішніх збуджень оточувального середовища або Людини, елементарні тверді тіла можуть приймати або змінювати свої форми (рис.2).

Якщо звернутися до витоків створення Людиною механічних систем, то знаряддя кам'яного віку уявляли собою прості форми тіл, на основі яких

з'явилися всі наступні винаходи в механіці (рис. 3) [2,3,16,23,24].

Саме з таких позицій можна прослідкувати розвиток техніки від минулого через сучасне до майбутнього на прикладі еволюції і синтезу верстатів, як машин, що створюють інші машини [2, 6, 10-14, 15, 16], використовуючи для цього геометричні побудови і об'єктивні закони в Природі (симетрія, універсальні генетичні оператори синтезу, геометричні оператори тощо) [4, 7, 20, 21].

Дерев'яна палиця, як відрізок прямої, дозволила отримати вогонь за рахунок її прямого і зворотного обертання і тертя в точці об інший предмет (поз. 1, табл. 1). Це був

початок створення вертикально-свердлильного верстата як обертаючого стержня. Розміри стрижня-палиці Людина вибирала інтуїтивно, зважаючи на його міцність і стійкість. Плоска схема верстата була симетричною [4, 5, 21]. Таким чином, в перших прообразах вертикально-свердлильного верстата спостерігається симетрія відносно вісі обертання, яка є віссю першого варіанта шпинделя (поз. 2-4, табл. 1). Для підвищення працездатності свердління на кінці палиці-шпинделя з'являється більш твердий матеріал, наприклад, камінь замість дерева (в поз. 3, 4 кінець затемнений).

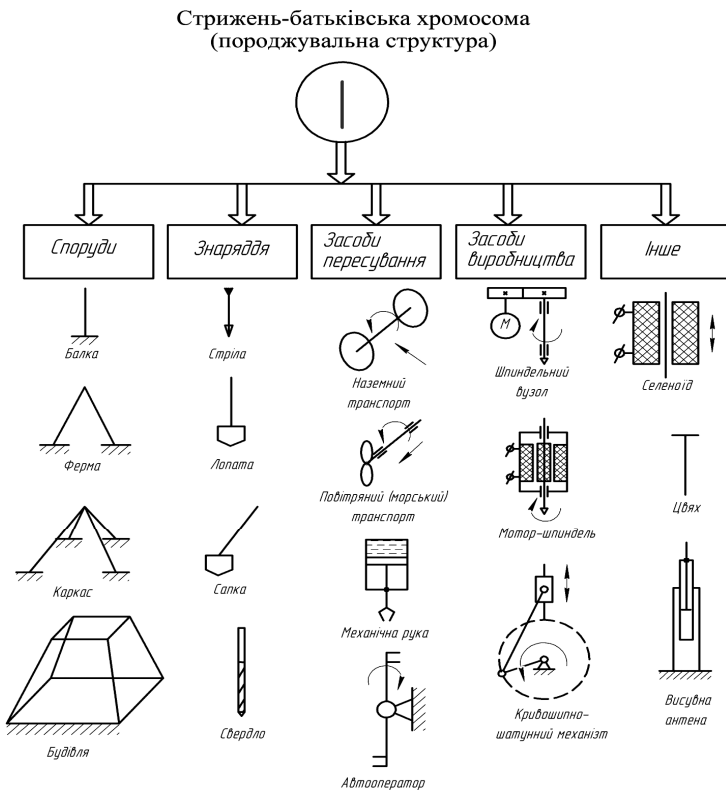


Рис.3. Приклади використання стрижня-батьківської хромосоми в різних об'єктах

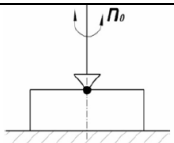
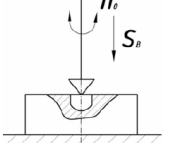
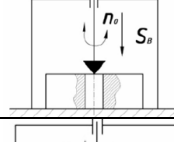
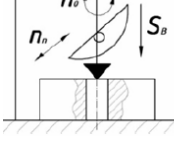
Коли людина навчилася вилити метал і виготовляти металеві вироби (І-е тисячоліття до н. е.), несучі частини

верстатів теж почали робити металевими, які не вимагали утримання її людиною, з'явилася можливість звільнити рухи для

інструменту, а ногу використовувати в якості приводу для важільно-кривошипної передатно-підсилюючої

ланки, а в подальшому зубчастій [15]. З'являється вертикальна Г-подібна колона і основа-станина (поз. 1, табл. 2).

Таблиця 1. Еволюція розвитку батьківської «хромосоми» вертикально- свердильного верстату (кам'яний вік)

№ п/п	Схема	Використання і особливості
1		Добування вогню, зворотно-обертальний рух n_0 від рук людини і тертя в точці. Пряму палицю можна вважати батьківською «хромосомою» в породжувальній системі [11, 13].
2		Свердління за рахунок подачі S_b , вісь палиці нагадує вісь майбутнього шпинделя і співпадає з віссю отвору, зворотно-обертальний рух n_0 від рук людини; для підвищення швидкості – підсилення абразиву – піску.
3		Свердління спрямоване з додатковою опорою на траверсі і двох стійках, зворотно-обертальний рух n_0 від рук людини. З'являється П-подібний каркас верстата.
4		Свердління з використанням лука (луковий привод), що перетворює зворотно-поступальний рух n_n від рук людини в зворотно - обертальний рух з підвищеними обертами n_0 .

Для полегшення праці людина починає використовувати енергію води в різних видах виробництва (водяні колеса) [3], перетворюючи обертальний рух водяного колеса $nВ$ в обертальний рух шпинделя n через передачі (зубчасті, пасові) (поз. 2, табл. 2). При цьому подача S_b здійснюється або від ноги людини (знизу вверх), або від руки (поз. 1, табл. 2). Можливо з появою в VII столітті н.е. вітряного млина в Персії обертальний рух шпинделя міг бути від вітряка, що спростило конструкцію верстата (поз. 3, табл. 2).

Необхідність отримання обертального руху шпинделя (з інструментом) не від рук людини, а від інших джерел-приводів (ноги людини, водяного або вітряного колеса) привели

до створення масивної несучої системи – колони з протилежного боку вісі шпинделя по відношенню до робочого місця людини [6]. Компоновка вертикально-свердильного верстата стала не симетричною і зберігається до наших часів при ручному керуванні верстата (безпосередній зв'язок людини з машиною) [2].

В епоху промислової революції [6, 15] з появою парової машини (локомотива) на кінці ХУІІ – початку ХVІІІ століття обертальний рух шпинделя n здійснювався через трансмісійний вал з однаковими обертами $nГ$ на кілька верстатів (поз. 1, табл. 3), а з появою електромоторів на початку ХІХ століття кожний верстат мав індивідуальний привод $M1$ з обертами

пед (поз. 2, табл.3).

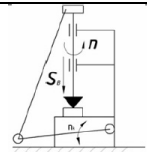
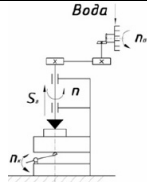
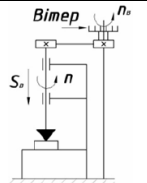
Зміна частот обертання шпинделя здійснювалася в основному багатоступінчастими шківками. При цьому вертикальна подача S_v здійснювалася вручну, а згодом через зубчасті передачі. З'явилися установочні рухи стола, що призвело до необхідності додаткових подач при фрезеруванні: повздовжніх S_{pz} і поперечних S_{pp} (поз. 3, табл. 3). Для здійснення цих подач спочатку використовували ручний привод, а згодом додатковий електродвигун $M2$ і зубчасті кінематичні ланцюги.

Кінематичні настройки почали здійснюватися за рахунок зубчастих і гвинтових передач (різні передатні відношення давали різні частоти обертання шпинделя і різні величини подач). Металоємність верстатів почала зростати при збереженні несиметричної компоновки (поз. 4, табл. 2), а при здійс-

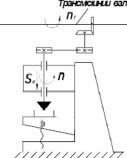
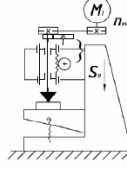
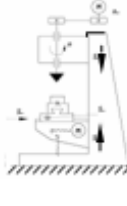
ненні вертикальної подачі стола додалася ще одна консоль (табл. 3), яка впливає на жорсткість верстата і точність обробки.

На початку XIX століття з'являється перший паросток програмного керування (без кулачків і розподільного валу) – жакардовий ткацький верстат (1801 р., автор Жозеф Марі Жаккар), що вплинуло на автоматизацію різних машин і, зокрема, верстатів [2]. Спочатку було циклове програмне керування, а згодом числове, що дозволило здійснювати головний рух шпинделя n і подачі S_v , S_{pz} , S_{pp} від окремих електродвигунів по коротких кінематичних ланцюгах (поз. 3, табл. 3), а також розширити функціональні можливості верстатів (виконання свердлильно-фрезерувально-розточувальних робіт) з додатковими координатними рухами (чотирьох і п'яти координатні верстати).

Таблиця 2. Еволюція розвитку вертикально - свердлильного верстату (I-е тисячоліття до н. е. - I-е тисячоліття н. е.)

№ п/п	Схема	Особливості
1		Свердління з одностороннім обертальним рухом n від ноги людини через зворотньо-коливальний рух n_k важеля і передавально-підсилюючі ланки з вертикальною подачею S_e від руки. З'являється Г-подібна колона з консолю.
2		Односторонній обертальний рух n від водяного колеса з обертаннями n_v через зубчато-пасові передачі. При цьому зберігається вертикальна Г-подібна колона з консолю і зворотньо-коливальний рух n_k важеля для вертикальної подачі S_v заготовки і її відводу.
3		Заміна енергії води (водяного колеса) енергією повітря (вітряного колеса) при спрощенні верстата, залишаючи однакову консольну Г-подібну компоновку.

Таблиця 3. Еволюція розвитку вертикальних свердильних та фрезерних верстатів (кінець XVII сторіччя - XX сторіччя)

№ п/п	Схема	Особливості
1		Свердління з приводом обертання шпинделя n від трансмісійного валу через зубчасті і пасові передачі з вертикальною подачею S_g від руки. Трансмісійний вал обертається від парової машини (локомотива)
2		Свердління з приводом обертання шпинделя n від електродвигуна через зубчасті і пасові передачі з вертикальною подачею S_g від руки або через зубчато-ресну передачу на шпиндель.
3		Свердління і фрезерування з окремим приводом обертання шпинделя n від електродвигуна і окремим приводом подач S_g, S_x, S_y, S_z по трьох координатах X, Y, Z, або від окремих приводів від ЧПУ верстатом

З появою міжнародної системи позначення осей координат ISO, систем ЧПК і модульного принципу [13, 14] суттєво збільшується кількість варіантів компоновок свердильно-фрезерних верстатів, але залишається успадкована генетична інформація про присутність людини біля верстата і розташування пультів керування з одного боку робочої зони, що не змінює принцип компоновки (табл. 2 і 3), залишаючи її несиметричною (асиметричною).

Пропонуються нові підходи для спрощення компоновок верстатів з ЧПК з поверненням до симетричної схеми (табл. 1), але в сучасному виконанні за рахунок інноваційних розробок – концепція DCG (привод по центру тяжиння), Box in box (коробка в коробці), DDM - Direct Drive Motor (прямий вбудований привод) [5, 14].

З появою мехатронних систем (механіка, електротехніка, електроніка) і стрижньових механізмів паралельної структури (МПС) в кінці XX століття

з'являються верстати нового покоління з паралельною кінематикою, які становлять перспективною альтернативою традиційним верстатам [14] і в яких рухи виконавчих органів нагадують рухи живих істот.

В багатьох компоновках верстатів з МПС іде повернення до симетрії в початковому стані, використання П-подібного каркаса (портальна компоновка) із станиною, стійками і траверсою.

Почалася на новому рівні побудова свердильно-фрезерних верстатів з використанням каркасних компоновок [14], але з обмеженою, знову ж таки з успадкованою генетичною інформацією про присутність людини біля верстату з однієї сторони робочого місця.

Тільки сучасні приводи (мотор-шпинделі, лінійні електродвигуни тощо) і можливість керування на відстані за допомогою комп'ютерів відкрили шлях до нових оригінальних компоновок з використанням різних геометричних фігур для несучих систем при збереженні принципу симетрії [4, 5, 21].

Використовуючи генетичну інформацію, автором запропонована концепція, яка передбачає системний підхід застосування каркасних і оболонкових конструкцій несучих систем, модульного принципу та інтелектуальних комп'ютерних систем.

Стримуючим фактором у

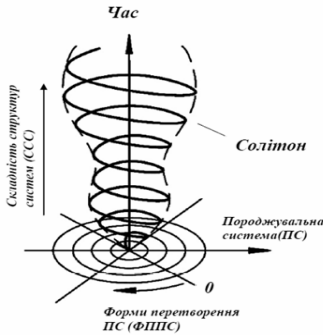


Рис.4. Модель макроеволюції породжувальних систем верстатів та іншого технологічного обладнання.

створенні верстатів нових компонок є вектор інерції мислення [16], тобто людський фактор, який може надовго стримувати думки і фантазії Людини, поки не з'явиться поштовх у вигляді на перший погляд сумбурної ідеї (проти якої виступають завжди маститі вчені, виховані на інших поглядах і досвіді).

Природа підказує багато нових ідей, а закони її розвитку доцільно використовувати при створенні нової техніки [9, 14, 20, 24, 25].

Реалізація нової концепції гібридних каркасних компонок дозволяє створити нові компоновки верстатів з МПС і потрібною мірою вільності виконавчого органу для виконання багатофункціональних задач шляхом розподілу технологічних рухів

між традиційною і паралельною структурами модулів [13]. Нові компоновки вимагають іншого підходу законів ергономіки, наприклад, при каркасній пірамідальній або клиноподібній компоновці робоче місце може бути з трьох або чотирьох сторін, що спрощує підхід до верстатів, які входять в гнучкі виробничі системи, і скорочує шляхи переносу об'єкта обробки від одного верстата до іншого, наприклад, за допомогою робочарів.

На підставі аналізу історії розвитку верстатобудування [1, 5, 9], патентно-інформаційних досліджень можуть бути створені моделі макроеволюції структур базових видів металорізальних верстатів та іншого технологічного обладнання в циліндричній системі координат [11]. Графічно це може виглядати у формі просторової спіралі змінного кроку (розмаху) – солітону (рис.4), де на початку відліку часу маємо горизонтальну координату Породжувальних систем (ПС), кутову посекторну координату форм перетворення породжувальних систем (ФППС) від початкового положення О-О, вертикальну координату складності структур систем (ССС) в напрямку вісі часу, розбитого на різні історичні періоди, починаючи з кам'яного віку. Для кожного класу (родини) верстатів конкретні моделі можна побудувати на підставі тематичного патентно-інформаційного дослідження.

Роботи в цьому напрямку розпочаті в НТУУ «КПІ» стосовно верстатів та їх механізмів. Це дозволить успішно реалізувати запропоновану концепцію створення нових верстатів і їх механізмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 328.
2. Бирюков Б.Н. Машины, создающие машины. – К.: Техника, 1987. – 143с.
3. Боголюбов Н.И. История механики машин. – К.: Наукова думка, 1964. – 463 с.
4. Болехонский А. Г. Генетический код и симметрия // Симметрия в природе. - Л., 1971. – с. 75.
5. Дурнев В. Д., Талашкевич И. П. Симметрия в технологии. - СПб.: Политехника, 1993. - 256 с.
6. Загорский Ф. Н. Очерки по истории металлорежущих станков до середины XIX века. - М. - Л.: Изд-во АН СССР, 1960. - 282 с.
7. Дарков А.В., Шапопемиков Н.Н. Строительная механика: Учебник для

строит. спец. вузов. 8-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1986. – 607с.

8. Ишлинский А.Ю. Механика: идеи, задачи, приложения. – М.: Наука, 1985. – 624с.

9. Короткова Г. П. Принципы целостности (к вопросу о соотношении живых и неживых систем). - Л.: Изд. Ленинград. унта, 1968. - 160с.

10. Кузнецов Ю.М. Генетична інформація – ключ для створення верстатів нового покоління. // Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2011. Прикладные проблемы. КПИ, Киев, 2011. – с.317-326.

11. Кузнецов Ю.Н., Шинкаренко В.Ф. Генетический подход к созданию сложных технических систем // Технологічні комплекси, №1,2(5,6), 2012. – с.15-29.

12. Кузнецов Ю.Н. Создание станков нового поколения с применением генетико-морфологического подхода. – Межд. научно-техническая конференция УНИТЕХ 10, ТУ - Габрово, 2010, ч I – с.П-79 - П-85, ч.2.-с.П86 – П91.

13. Кузнецов Ю. М. Концепція створення технологічних систем нового покоління на модульному принципі // Технологічні комплекси. – Луцьк, ЛНТУ, №2, 2010. – С. 8-14.

14. Кузнецов Ю. Н., Дмитриев Д. А., Диневич Г. Е. Компонировки станков с механизмами параллельной структуры. - Херсон: ПП Вишемирский В. С., 2010. – 471 с.

15. Очерки истории техники в России с древнейших времён до 60-х годов XIX века /В. К. Кузаков, Н. Н. Стоскова, А. А. Дорогов и др. -М.: Наука, 1978. - 375 с.

16. Половинкин А. И. Законы строения и развития техники - Волгоград, 1985. - 202 с.

17. Тимошенко С., Юнг Д. Инженерная механика. Перев. с англ. Г.Г. Телепневой. – М.: Матгиз, 1960. – 507с.

18. Тредер Г.Ю. Эволюция основных физических идей. – К.: Наук. думка, 1989. – 368с.

19. Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. – М.: Мир, 1978. – 720с.

20. Шинкаренко В. Ф. Основы теорії еволюції електромеханічних систем. - К.: Наукова думка, 2002. - 288 с.

21. Шубников А. В., Копчик В. А. Симметрия в науке и искусстве. - М.: Наука, 1972. – 340 с.

22. Энгельгардт В.А. Познание явлений жизни. – М.: Наука. 1984. – 304с.

23. Mason O. T. The Origins of Inventions: A Study of Industry Among Primitive Peoples, Cambridge, Massachusetts, The M. I.T Press, 1966.

24. Yuriy Kuznetsov, Vasily Shinkarenko. The Genetic approach is the key to innovative Synthesis of complicated Technical Systems. Journal of the Technical University at Plovdiv, Bulgaria // Fundamental Sciences and Applications / Volume 16, book 2, 2011. – pp. 15-33.

25. Shynkarenko V. Genetic Foresight in Science and Technology: from Genetic Code to innovative Project. 10-th Anniversary International Scientific Conference “Unitech 10”. 19-20 November – 2010. Gabrovo, Bulgaria. Vol. II. pp. 297-302.

Кузнецов Ю.Н. Передача генетической информации в процессе эволюции металлорежущих станков. На примере вертикально-сверлильных и фрезерных станков показано применение теории эволюции систем с передачей генетической информации от прошлого через настоящее в будущее. В основу механического гена как наследственной информации предложена элементарная частица в виде безразмерной материальной точки, которая на хромосомном уровне превращается в элементарное твёрдое тело с ограниченным количеством правильных форм.

Ключевые слова: станок, механический ген, элементарное твердое тело, генетическая информация, эволюция.

Kuznetsov Y.N. Transfer of genetic information in the evolution of the metal-cutting machines. On the example of vertical drilling and milling machines shows the application of the theory of the evolution of systems with the transfer of genetic information from the past through the present to the future. The basis of the mechanical gene as the hereditary information offered in the form of elementary particle dimensionless material point, which at the chromosomal level is converted into an elementary solid body with a limited number of correct forms.

Keywords: machine, mechanical gene elementary solid, genetic information, evolution.