

Ю.Н. Кузнецов, д-р техн. наук, Киев, Украина

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Показано, що в технологічному обладнанні різної складності (машини, верстати, механізми, вузли, інструментально-технологічне оснащення, тощо) діють такі ж закони еволюції і універсальні генетичні оператори синтезу, як у живій Природі. На прикладі верстатів і їх механізмів проілюстровано реалізація запропонованої концепції створення технологічного обладнання з використанням теорії еволюційного і генетичного синтезу, де в якості елементарного матеріального носія спадкової інформації в розумових експериментах використана матеріальна точка.

Показано, что в технологическом оборудовании различной сложности (машины, станки, механизмы, узлы, инструментально-технологическая оснастка, и т.п.) действуют такие же законы эволюции и универсальные генетические операторы синтеза, как и в живой Природе. На примере станков и их механизмов проиллюстрирована реализация предложенной концепции создания технологического оборудования с применением теории эволюционного и генетического синтеза, где в качестве элементарного материального носителя наследственной информации в мысленных экспериментах использована материальная точка.

It is shown that in the process equipment of varying complexity (machine, machine tools, mechanisms, assemblies, tools and tooling, etc.) is governed by same laws of evolution and universal genetic operators synthesis, as in Nature. For example, machines and their mechanisms illustrated implementation of the proposed concept of creating technological equipment with application of evolutionary theories and genetic synthesis, where the basic material carrier of hereditary information in mental experiments used a material point.

1. Состояние проблемы

Создание новых развивающихся технических систем ТС невозможно без анализа и учёта накопленного человеческого опыта, который как генетическая информация передается из поколения в поколение на различных носителях. Непрерывное расширение и усложнение ТС и выполняемых ими функций подтверждает диалектику их развития во времени. Если первые приспособления, предназначенные для расширения физических возможностей Человека при выполнении той или иной работы, были элементарными орудиями в виде палок, камней, топоров, ножей и т.п., то на современном этапе развития человеческого общества приходится иметь дело с целыми системами, которые не только заменяют физический и рутинный умственный труд, но и поддаются автоматическому управлению и интеллектуализации, а также позволяют осуществлять рабочие процессы при оптимальных параметрах и режимах. Появились большие ТС, к которым

относятся металлорежущие станки с ЧПУ и мехатронными системами, роботизированные технологические комплексы и даже гибкие автоматизированные заводы [10].

Развитие любой ТС включает эволюционные процессы, характеризующие количественные изменения, и революционные, отражающие качественные изменения.

Ретроспективный анализ развития ТС проводится именно с этих позиций, ориентируясь на достижения науки и техники. ТС быстро изменяются, их конструкции совершенствуются, они становятся более производительными, более качественными и надежными, многофункциональными, энергоэкономичными, быстроперенастраиваемыми и адаптивными к изменяющимся условиям окружающей среды.

Многолетняя практика показала, что игнорирование концепции развития ТС в процессах их проектирования, производства и эксплуатации приводит к созданию нежизнеспособных систем [5]. К сожалению, представители технических наук обычно пренебрегают исследованиями общих закономерностей развития систем и анализа трудностей и противоречий, возникающих в процессе разработки прикладных методов и методик создания систем определённого функционального назначения.

При эволюции сложных ТС, которые относятся к антропогенным (АГС), т.е. созданным в результате сознательно направленной деятельности Человека, наблюдаются те же законы, как и в живых системах, имеющих свои программы развития, так как наличие такой программы является фундаментальным свойством живых систем. Программы развития имеют генетическую природу, материализованную в структуре генома каждого живого организма. Поэтому наличие собственной программы развития до последнего времени считалось уникальным свойством, отличающим живую систему от искусственной [9].

По словам автора теории синергетики Германа Хакена [8, 16]: «Основная отличительная особенность сложных систем – их поистине неисчерпаемое разнообразие, в котором так и не удаётся разобраться, несмотря на многочисленные попытки понять до конца природу сложных систем Перед нами возникает острая проблема отыскания унифицированных принципов, которые позволили бы нам должным образом подходить к исследованию таких систем...”

В расширяющемся разнообразии создаваемых Природой и Человеком объектов и систем наблюдаются общие принципы их структурной организации, которые проявляются в виде межсистемных аналогий или скрытых внутрисистемных гомологий (табл. 1). Такие свойства имеют место как в естественных (биологических, химических, электромагнитных и др.) системах, так и в системах естественно-антропогенного происхождения (числовых, лингвистических, технических и др.).

Таблица 1 – Аналогия уровней организации сложных развивающихся систем

Уровень структурной организации	Область знаний			
	Электромеханика	Механика	Биология*	Космогония*
Метасистемный	Интегрированная динамическая система (энергоблок, техноценоз)	Интегрированная механическая система (техноценоз)	Биогеоценоз	Вселенная
Системный	Электромеханические системы	Механические Системы	Эко-системы	Мета-галактики
Видовой	Виды электро-механических объектов	Виды механизмов	Виды	Галактики
Популяционный	Электро-механические структуры	Механизмы	Популяции собой	Звездные скопления
Объективный	Электромеханические пары (парные электро-магнитные хромосомы)	Кинематические пары (соединения звеньев), цепи и структуры	Особи	Звезды
Хромосомный	Первичные источники электро-магнитного поля (родительские хромосомы)	Механические звенья, элементарные твердые тела	Хромосомы	Элементарные частицы
Генетический	Электроны (электро-магнитные гены)	Элементарные частицы (механические гены)	Гены	Кварки
По данным	Проф. В.Ф.Шинкаренко (НТУУ КПИ)	Автора	Акад. И.А.Рапопорта	

В последние годы знания, полученные в генетике, начали использоваться в различных областях науки и техники, так как генетика – это междисциплинарная область знаний, изучающая законы наследственности и структурной изменчивости в природных и антропогенных системах [20].

Наличие межсистемных аналогий – свидетельство общности системных принципов структурной организации в развивающихся системах различной физической природы. Элементный базис и фундаментальные свойства таких целостных структур упорядочиваются периодическими порождающими системами, выполняющими функцию генетических программ структурной организации и развития сложных систем. Открытие

и познание порождающих систем в той или иной области знаний имеет общенаучное и междисциплинарное значение, так как непосредственно связано с возникновением и становлением новой научной парадигмы, определяющей переход от фрагментарных исследований к системным [18].

Согласно системно-структурного подхода в основу создания сложных систем заложено представление об элементарности, учение о свойстве элементарных структур, выполняющих роль теоретической основы для обобщения и синтеза знаний в современных фундаментальных науках. В данном случае методической основой выступает принцип существования ограниченного количества элементарных (порождающих) структур, что подтверждается исследованиями в различных областях, например: все живые организмы образованы из 24-х химических элементов; вся цветовая гамма образована из 7-ми цветов; все музыкальные произведения написаны из 7-ми нот; всё разнообразие чисел состоит из 10-ти цифр; все источники электромагнитного поля содержат 7 геометрических классов поверхностей.

Грановский Г.И. [6] предложив описывать различные принципиальные кинематические схемы резания как сочетание двух элементарных движений: прямолинейного и вращательного с их цифровым кодированием – номером схемы, что было использовано в теории компоновок станков на модульном принципе [1].

Смирнов В.А. [16], анализируя способы построения научных теорий пришел к выводу, что имеется две фундаментальные системы мышления. На семантическом уровне первая представлена теоретико-множественным мышлением и реализована в аксиоматическом методе построения теории. Вторая система основана на генетическом, конструктивном мышлении [17]. На практике объекты генетически строящейся теории являются хотя и эффективно определенными, но абстрактными объектами, которыми, например, могут быть символы алфавита или другие языки описания изучаемой области или объекта. Две системы мышления основываются на различных и даже несовместных концепциях истины.

2. Цель настоящих исследований – формулирование новых подходов к описанию, классификации, принципам создания и предвидения новых станков и их механизмов на основе теории эволюции, системного анализа, генетического и морфологического синтеза.

Системный генетико-морфологический подход позволяет удачно объединить структурные исследования в различных областях науки и техники благодаря его междисциплинарному характеру с использованием соответствующих философских категорий, положений общей теории систем. По степени функционально-структурной организации АГС бывают статические (строительные конструкции, несущие системы технологического оборудования и т.п.) и динамические (станки, машины, их механизмы и

приводы), для которых характерны непрерывные и дискретные процессы преобразования и обмена веществ (материи), энергии и информации.

В последнее время наблюдается проникновение эволюционно-генетических идей в технические и гуманитарные дисциплины (генетическая электромеханика, генетическое программирование, наследственная механика, технологическая наследственность, генетическая психология, генетическая лингвистика, генетическая история, генетическая социология, эволюционная кибернетика, эволюционная электроника, генетическая стандартизация [3, 20] и др.).

В зависимости от сложности структуры (табл. 1) и уровня генетической (наследственной) информации, отражающей базовые свойства Порождающей системы (первичной структуры, с появлением которой начинается эволюция любого класса системы), любую АГС можно описывать, анализировать, синтезировать и даже предвидеть (а не только прогнозировать) ее усовершенствование или создание.

3. Начало генетических программ механических систем

Механика как древняя наука о законах движения тел [4, 7] используется при изучении различных физических явлений, химических и биологических процессов (рис. 1), при проектировании технологических процессов в различных производствах, при строительстве различных сооружений, при создании различных машин, механизмов, узлов и деталей, при изучении природных явлений на Земле, под Землей, под водой, в воздухе и Космосе [13]. Законам механики подчинены передвижения живых существ, процессы в живых организмах, изучение которых позволяет в медицине диагностировать болезни и создавать искусственные органы человеческого тела. Практически нет ни одной области знаний, где бы не требовалось знания основных законов механики. Открытие кажущихся на первый взгляд парадоксальными новых эффектов и явлений [21], объективно существующих в Природе позволяет на много лет вперед прогнозировать и предвидеть развитие науки и техники, решать сложнейшие проблемы, стоящие перед человечеством, среда которых энергетические, экологические, сырьевые, информационные, социальные и др.

Любое проектирование твердотельных конструкций связано с геометрическими построениями, так как природа человеческого сознания устроена таким образом, что всякие новые идеи воспринимаются им намного лучше, если сопровождаются поясняющими суть картинками. Именно поэтому практически любую конструкцию легче объяснить, описать или постичь, если она изложена не алгебраическим языком формул и уравнений, а графическими средствами схем, диаграмм и визуальных моделей, т.е. языком геометрии [6, 11, 13].



Рисунок 1 – Области применения науки механики, её прошлое, настоящее и будущее через генетическую механику

Если обратиться к истокам создания Человеком механических систем, то орудия каменного века представляли собой простые формы тел, на основе которых появились все последующие изобретения в механика (рис. 2) [4, 7, 14, 15, 22].

Кроме языка геометрии для эволюционного синтеза и построения научных теорий начали использовать генетически-конструктивный метод [17], при котором исходными понятиями оказываются не описания эмпирически фиксируемых предметов и явлений, а так называемые конструкты. Термин конструкт используется для указания на некую абстрактную модель (идеальный объект, порождаемый теоретическим сознанием и существующий лишь в языке соответствующих концептуальных

систем). Объекты такого рода служат средством представлений знаний о тех характеристиках изучаемого фрагмента действительности, которые невозможно непосредственно наблюдать ни при каких условиях. Введение в структуру теории идеальных моделей позволяют весьма успешно использовать такое познавательное средство, как **мысленный эксперимент**. Представляя воображаемые объекты в некоторой знаковой форме, исследователь может вносить в неё определенные преобразования, вводить в содержание конструкторские характеристики, не обнаруженные эмпирическим путём, рассматривать интересующие его сущности в таких условиях, которые в реальной обстановке могут быть невозможными. Всё это позволяет увидеть изучаемый объект в каком-то новом ракурсе и обнаружить такие способы его описания, которые ранее оставались незадействованными.

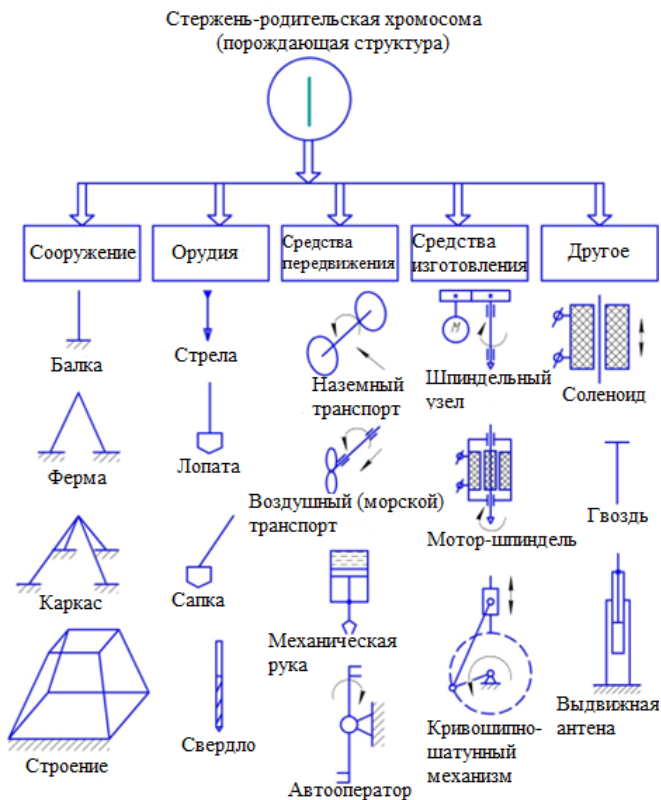


Рисунок 2 – Примеры использования цилиндрического стержня – родительской хромосомы в различных объектах

Такие возможности обусловлены тем обстоятельством, что значение конструкторов определяется исключительно его связями с другими терминами, входящими в структуру соответствующей теоретической системы. В связи с этим мысленное оперирование с идеальными объектами может изменять характер связей, существующих между языковыми средствами некоторой концепции, а тем самым открывать возможности качественно иного описания воображаемой действительности, а значит и появления новых содержательных интерпретаций тех результатов, которые получены с помощью интеллектуальных операций.

В механических системах материальным носителем наследственной информации – механическим геном может служить материальная точка, движущая в пространстве под действием силы и (или) момента (рис. 3).

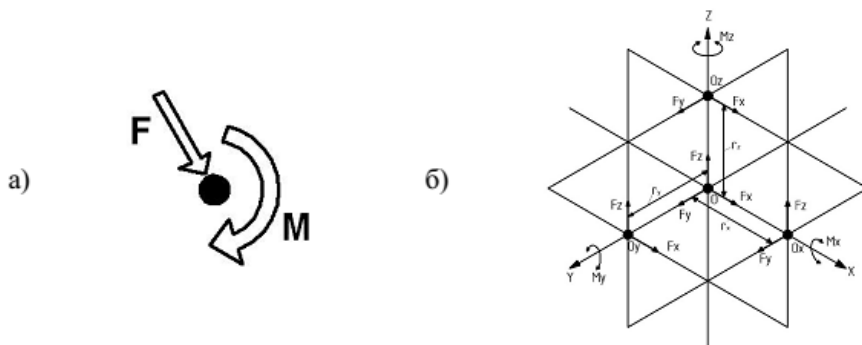


Рисунок 3 – Механический ген – движущаяся материальная точка (а) в декартовой системе координат XYZ (б)

Используя генетически-конструктивный метод [17], передачу перемещения, силы, и энергии в пространстве можно представить в виде силового (энергетического) потока от одной материальной точки O_1 на входе в системе координат $X_1 Y_1 Z_1$ к другой материальной точке O_2 в системе координат $X_2 Y_2 Z_2$ (рис.4), дающей 144 варианта потоков (родительских хромосом).

Произвольные структуры силового потока (родительские хромосомы), выполняющие роль порождающих элементов, в процессе генетического развития усложняются, образуя комбинаторные группы хромосом-потомков n-ого поколения с использованием пяти универсальных операторов синтеза: репликации, скрещивания, инверсии, кроссинговера и мутации.

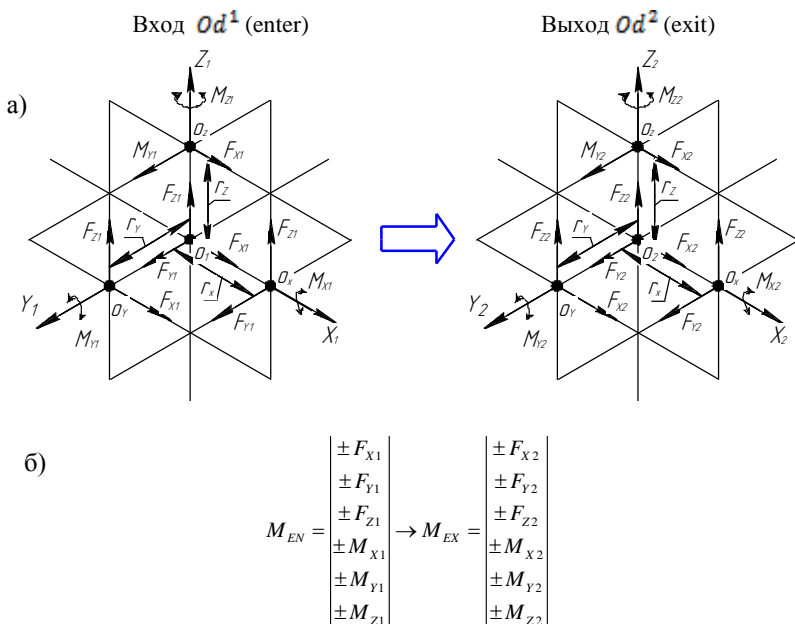


Рисунок 4 – Обобщённая модель силовых (энергетических) потоков в механической системе (а) и соответствующая ей морфологическая модель-матрица (б)

4. Реализация концепции создания станков нового поколения

Представленная концепция включает:

- генетико-морфологический многоуровневый подход к классификации, описанию, эволюции, прогнозированию и синтезу сложных ТС [5, 11, 14, 18, 19];
- применение каркасных и оболочных конструкций несущих систем [10, 14];
- агрегатно-модульный принцип компоновки [1, 3, 10, 14];
- использование перспективных информационных технологий и интеллектуальных компьютерных систем [10].

Предложенная концепция успешно реализована при создании малогабаритных станков с компьютерным управлением разной компоновки, в том числе с механизмами параллельной структуры (МПС), с использованием ограниченного количества модулей (линейных перемещений с дополнительной функцией ребра каркаса, мотор-шпинделя, штанг постоянной длины, шарнирных соединений, основания и траверсы), рис. 5.

В условиях ограниченного финансирования использование модульного принципа при разработке и изготовлении станков нового поколения является экономически выгодным. Кроме того, полнофункциональные настольные станки целесообразно использовать в ВУЗах Украины для исследования и обучения студентов на уровне мировых требований.

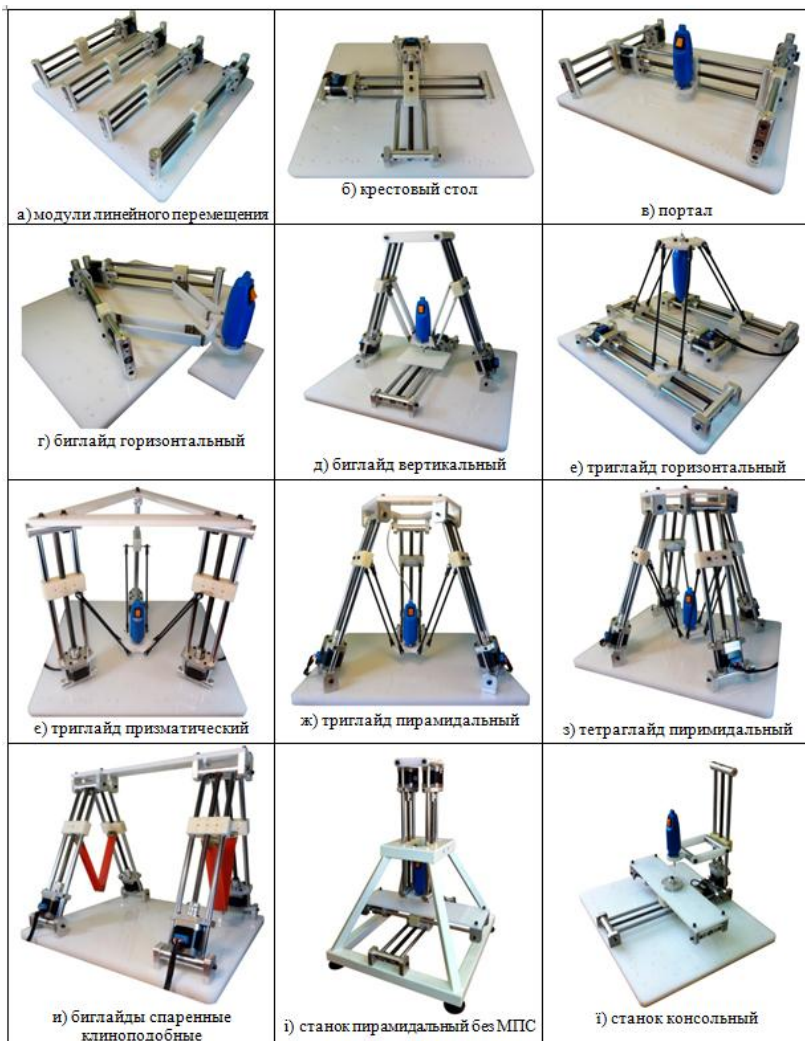


Рисунок 5 – Модели действующих малогабаритных фрезерных станков с компьютерным управлением на модульном принципе

6. Эволюционный и генетический синтез зажимных механизмов и мотор-шпинделей

Достоинства предложенного подхода проиллюстрировано на примерах создания новых зажимных патронов и мотор-шпинделей.

Соответствии с обобщенной моделью (рис. 4), все возможные энергетические (силовые) потоки в зажимных механизмах описываются морфологической матрицей, дающей 72 родительские хромосомы (для тел вращения 48, табл. 2) с одним входом и выходом, одним местом зажима, а при их увеличении число вариантов существенно увеличивается.

Таблица 2 – Классификация энергетических (силовых) потоков вращающегося ЗМ одинарного зажима в цилиндрической системе координат

От источника энергии	Вид усилия (момент)	Выход к объекту зажима					
		Направление	Выходное усилие F_2				
			Осевое F_{2z}	Радиальное F_{2r}			
Вход	Выходное усилие F_{1d}	Осевое F_{1z}		$F_{z1} - F_{z2}$	$F_{z1} - F_{z2}$	$F_{z1} - F_{z2}$	$F_{z1} - F_{z2}$
				$F_{z1} - F_{z2}$	$F_{z1} - F_{z2}$	$F_{z1} - F_{z2}$	$F_{z1} - F_{z2}$
		Радиальное F_{1r}		$F_{r1} - F_{z2}$	$F_{r1} - F_{z2}$	$F_{r1} - F_{z2}$	$F_{r1} - F_{z2}$
				$F_{r1} - F_{z2}$	$F_{r1} - F_{z2}$	$F_{r1} - F_{z2}$	$F_{r1} - F_{z2}$
		Тангенциальное F_{1t}		$F_{t1} - F_{z2}$	$F_{t1} - F_{z2}$	$F_{t1} - F_{z2}$	$F_{t1} - F_{z2}$
				$F_{t1} - F_{z2}$	$F_{t1} - F_{z2}$	$F_{t1} - F_{z2}$	$F_{t1} - F_{z2}$
	Входной момент M_1	Вокруг оси вращения M_{z1}		$M_{z1} - F_{z2}$	$M_{z1} - F_{z2}$	$M_{z1} - F_{z2}$	$M_{z1} - F_{z2}$
				$M_{z1} - F_{z2}$	$M_{z1} - F_{z2}$	$M_{z1} - F_{z2}$	$M_{z1} - F_{z2}$
		Вокруг радиуса M_{r1}		$M_{r1} - F_{z2}$	$M_{r1} - F_{z2}$	$M_{r1} - F_{z2}$	$M_{r1} - F_{z2}$
				$M_{r1} - F_{z2}$	$M_{r1} - F_{z2}$	$M_{r1} - F_{z2}$	$M_{r1} - F_{z2}$
		В плоскости оси вращения M_{t1}		$M_{t1} - F_{z2}$	$M_{t1} - F_{z2}$	$M_{t1} - F_{z2}$	$M_{t1} - F_{z2}$
				$M_{t1} - F_{z2}$	$M_{t1} - F_{z2}$	$M_{t1} - F_{z2}$	$M_{t1} - F_{z2}$
Принцип зажима		Торцевой		Радиальный			

На объектном уровне генетической информации для зажимных механизмов на выходе могут быть разные замыкания силовых потоков в виде элементарных силовых контуров. По мере усложнения структуры введением различных преобразователей появляются популяции зажимных механизмов, причем среди известных механических преобразователей используется семь – рычажные, клиновые, плунжерные, спиральные, винтовые, зубчатые, упругие.

С использованием генетического оператора скрещивания родительских хромосом ${}^3\text{ЦЛ } 0.2\text{y}$ (изотоп) и $\text{ЦЛ } 2.0\text{x}$ [19] синтезированы гибридные структуры (рис. 6) самодействующего мотор-шпинделя, структура которого определяется совмещенной хромосомой пятого поколения S_{54} .

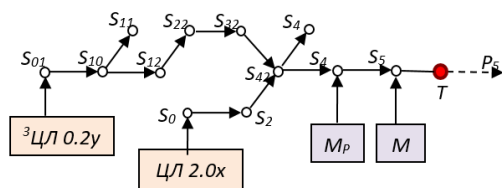


Рисунок 6 – Генетическая модель синтеза гибридной структуры мотор-шпинделя

Уровень генетической сложности синтезированной хромосомы S_{54} определяется структурной формулой объекта [14]:

$$S_{54} = \{ ({}^3\text{ЦЛ}0.2\text{y})_1 \times [2(\text{ЦЛ}0.2\text{y}) : R : M (r_2 > r_1) : I_{Ox}]_2 \} \times \{ (\text{ЦЛ}0.2\text{x})_1 \times [(\text{ЦЛ}2.0\text{x}) : M (L_2 > L_1) : I_L]_2 \} \times (M_p, M_z) \in T_5$$

Один из вариантов технической реализации структуры хромосомы S_{54} представлен на рис. 7.

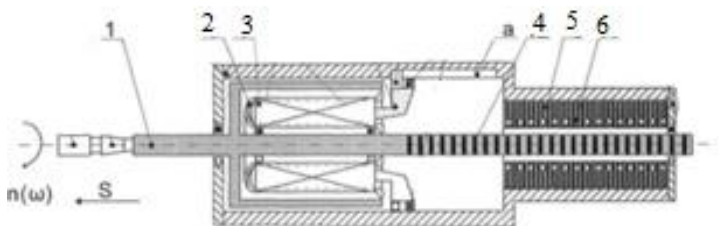


Рисунок 7 – Вариант конкурентноспособного решения самодействующего мотор-шпинделя (патент Украины №82880)

При подаче напряжения на обмотку 2 индуктора вращательного движения 3, возникает магнитное поле, которое взаимодействует с двухсторонней активной поверхностью шпинделя 1 и, таким образом, приводит шпиндель 1 во вращение с необходимой частотой $n(\omega)$. Для обеспечения подачи шпинделя 1 подаётся напряжение на обмотку 6 индуктора поступательного перемещения 5, электромагнитное поле которого взаимодействует со вторичным элементом с постоянными магнитами 4 и обеспечивает необходимую подачу S.

7. Заключение

Показано, что применение теории эволюционного и генетического синтеза имеет междисциплинарный характер и позволяет успешно решать проблемы создания технологического оборудования нового поколения.

Открытие генетических программ и Порождающих систем в механике сплошных (твердых), текучих, газообразных, сыпучих, электромагнитных и других сред и полей свидетельствует о зарождении генетической механики и является ключом к генетическому предвидению и созданию Человеком сложных развивающихся АГС по объективным законам Природы.

Список использованных источников: 1. *Аверьянов О.И.* Модульный принцип построения станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1987. – 232с. 2. *Александров П.С.* Введение в теорию групп. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 144с. – (Библиотека «Квант», Вып. 7). 3. *Амиров Ю.Д.* Стандартизация и проектирование технических систем. – М.: Изд-во Стандартов, 1985. – 312 с. 4. *Артоболевский И.И.* Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988. – 638 с. 5. *Балашов Е.П.* Эволюционный синтез систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с. 6. *Грановский Г.И.* Кинематика резания. – М.: Машгиз, 1948.-200 с. 7. *Заблонский К.И., Белоконов И.М.,* и др. Теория механизмов и машин: Учебник. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. – 376 с. 8. *Князева Е.Н.* Синергетика. Нелинейность времени и ландшафты коэволюции /Е.Н. Князева, С.П.Курдюмов. – М.:Изд-во «Комкнига», 2014. – 272 с. (серия «Синергетика: от прошлого к будущему»). 9. *Короткова Г.П.* Принципы целостности (к вопросу о соотношении живых и неживых систем). – Л.: Изд. Ленинград. ун-та, 1968. – 160 с. 10. *Кузнецов Ю.Н., Дмитриев Д.А.,* и др. Компоновки станков с механизмами параллельной структуры /Под ред. Ю.Н. Кузнецова – Херсон: ПП Вишемирский В.С., 2010. – 471 с. 11. *Кузнецов Ю.Н., Хамуйела Жоаким А.Г., Хамуйела Т.О.* Морфологический синтез станков и их механизмов: Монография / Под ред. Кузнецова Ю.Н. – К.: ООО «Гнозис», 2013. – 401с. 12. *Кузнецов Ю.Н., Хамуйела Жоаким А.Г.,* и др. Генетико-морфологический подход к созданию и прогнозированию развития замкнутых механизмов для вращающихся деталей // Journal of the Technical University – Sofia. – Plovdiv branch, Bulgaria “Fundamental Sciences and Applications”. – Bulgaria, vol. 19, Book 2, 2013. – pp. П7–13. 13. *Кузнецов Ю.М.* Передача генетичної інформації в процесі еволюції металорізальних верстатів //Питання історії науки і техніки, №4, 2014. – с.3-10. 14. *Кузнецов Ю.Н., Шинкаренко В.Ф.* Генетический подход – ключ к созданию сложных технических систем //Технологічні комплекси, 2012, №1,2(5,6). – с. 15-29. 15. *Половинкин А.И.* Законы строения и развития техники. – Волгоград, 1985. – 202 с. 16. *Смирнов В.А.* Генетический метод построения научной теории / В.А.Смирнов //Философские вопросы современной формальной логики. – М.: 1962. – 283 с. 17. *Степин В.С.* Теоретическое знание / В.С. Степин. – М.: 1999. – 390 с. 18. *Урманцев Ю.А.* Эволюционика, или общая теория развития систем природы, общества и мышления. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 240 с. 19. *Шинкаренко В.Ф.* Основы теорії еволюції електромеханічних систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с. 20. *Шинкаренко В.Ф., Шиманська А.А.* Словник з генетичної електромеханіки. – К.: НТУУ,

«КПБ», 2015. – 112 с. **21.** *Тредер Г.Ю.* Эволюция основных физических идей. – К.: Наук. Думка, 1989. – 368 с. **22.** *Mason O.T.,* The Origins of Inventions: A Study of Industry Among Primitive Peoples, Cambridge, Massachusetts, The M.I.T. Press, 1966.

Bibliography (transliterated): 1. Aver'janov O.I. Modul'nyj princip postroenija stankov s ChPU. – M.: Mashinostroenie, 1987.-232s. 2. Aleksandrov P.S. Vvedenie v teoriiu grupp. – M.: Nauka. Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskij literatury, 1980. – 144s. – (Byblioteka «Kvant», Vyp. 7). 3. Amirov Ju.D. Standartizacija i proektirovanie tehniceskijh sistem. – M.: Izd-vo Standartov, 1985. – 312 s. 4. Artobolevskij I.I. Teorija mehanizmov i mashin. – M.: Nauka, 1988. – 638 s. 5. Balashov E.P. Jevoljucionnyj sintez sistem. –M.: Radio i svjaz', 1985. – 328 s. 6. Granovskij G.I. Kinematika rezanija.- M.: Mashgiz, 1948.-200 s. Zablonskij K.I., Belokonev I.M., i dr. Teorija mehanizmov i mashin: Uchebnik. – K.: Vishha shk. Golovnoe izd-vo, 1989. – 376 s. 7. Knjazeva E.N. Sinergetika. Nelinejnost' vremeni i landshafty kojevoljucii /E.N. Kejazeva, S.P.Kurdjumov. – M.:Izd-vo «Komkniga», 2014. – 272 s.(serija «Sinergetika: ot proshlogo k budushhemu»). 8. Korotkova G.P. Principy celostnosti (k voprosu o sootnoshenii zhivyh i nezhyvyh sistem). – L.: Izd. Leningrad. un-ta, 1968. – 160 s. 9. Kuznecov Ju.N., Dmitriev D.A., i dr. Komponentki stankov s mehanizmami parallel'noj struktury /Pod red. Ju.N. Kuznecova – Herson: PP Vishemirskij V.S., 2010. – 471 s. 10. Kuznecov Ju.N., Hamujela Zhoakim A.G., Hamujela T.O. Morfologicheskij sintez stankov i ih mehanizmov: Monografija / Pod red. Kuznecova Ju.N. – K.: OOO «Gnozis», 2013. – 401c. 11. Kuznecov Ju.N., Hamujela Zhoakim A.G., i dr. Genetiko-morfologicheskij podhod k sozdaniju i prognozirovaniju razvitija zazhimnyh mehanizmov dlja vrashhajushhihsja detalej // Journal of the Technical University – Sofia. – Plovdiv branch, Bulgaria “Fundamental Sciences and Applications”. – Bulgaria, vol. 19, Book 2, 2013. – pp. II7–13. 12. Kuznecov Ju.M. Peredacha genetičnoj informacii v procesi evoljucii metalorizal'nih verstativ //Pitannja istorii nauki i tehniki, №4, 2014. – s.3-10. 13. Kuznecov Ju.N., Shinkarenko V.F. Genetičeskij podhod – ključ k sozdaniju slozhnyh tehniceskijh sistem //Tehnologični kompleksi, 2012, №1,2(5,6). – s. 15-29. 14. Polovinkin A.I. Zakony stroenija i razvitija tehniki. – Volgograd, 1985. – 202 s. 15. Smirnov V.A. Genetičeskij metod postroenija nauchnoj teorii / V.A.Smirnov //Filosofskie voprosy sovremennoj formal'noj logiki. – M.: 1962. – 283 s. 16. Stepin V.S. Teoreticheskoe znanie / V.S. Stepin. – M.: 1999. – 390 s. 17. Urmancev Ju.A. Jevoljucionika, ili obshhaja teorija razvitija sistem prirody, obshhestva i myshlenija. – M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2009. – 240 s. 18. Shinkarenko V.F. Osnovi teorii evoljucii elektromehaničnijh sistem. – K.: Naukova dumka, 2002. – 288 s. 19. Shinkarenko V.F., Shimans'ka A.A. Slovník z genetičnoj elektromehaničnik. – K.: NTUU, «KPI», 2015. – 112 s. 20. Treder G.Ju. Jevoljucija osnovnyh fizicheskijh idej. – K.: Nauk. Dumka, 1989. – 368 s. 21. Mason O.T., The Origins of Inventions: A Study of Industry Among Primitive Peoples, Cambridge, Massachusetts, The M.I.T. Press, 1966.

Поступила в редакцию 6.08.2015