

СОЗДАНИЕ СТАНКОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА (Часть 2)

CREATION OF NEW GENERATION MACHINE-TOOLS USING GENETIC- MORPHOLOGICAL METHOD (Part 2)

Ю.Н. Кузнецов, проф., д-р техн. наук

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт"

Abstract

A new genetic-morphological method using genetic and geometrical operators of synthesis and multilevel morphological analysis is exposed here. Further the examples of realization of proposed approach in creation of machine tools with parallel structure.

Keywords: genetic information, crossing, hybrid structure, mechanisms of parallel structure, machine tool, morphological analysis.

С использованием многоуровневого морфологического анализа выполнено научно-инженерное прогнозирование различного технологического оборудования с МПС в виде морфологической модели, дающей огромное количество вариантов, в том числе неожиданных, подобно множеству разнообразных живых существ со своими генетическими кодами.

Различные варианты технических решений – это сочетание альтернатив признаков морфологической матрицы (по соображе-

ниям конфиденциальности приводится в закодированном цифровом виде):

– в свернутом виде

$$M_{СПК} = M_3 \wedge M_{ШБ} \wedge M_{ШТ} \wedge M_{БЛ} \wedge M_H \quad (9)$$

где M_3 – матрица заготовок; $M_{ШБ}$ – матрица шпиндельных бабок; $M_{ШТ}$ – матрица штанг и направляющих; $M_{БЛ}$ – матрица блоков; M_H – матрица инструментов;

– в развернутом виде:

$$M_{СПК} = \begin{vmatrix} 1.1 \\ 1.2 \\ 1.3 \\ 1.4 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 2.1 & 3.1 & 4.1 & 5.1 \\ 2.2 & 3.2 & 4.2 & 5.2 \\ 2.3 & 3.3 & 4.3 & 5.3 \\ 2.4 & 3.4 & & 5.4 \\ 2.5 & 3.5 & & 5.5 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 6.1 & 7.1 & 8.1 & 9.1 \\ 6.2 & 7.2 & 8.2 & 9.2 \\ 6.3 & 7.3 & 8.3 & 9.3 \\ 6.4 & 7.4 & 8.4 & 9.4 \\ 6.5 & 7.5 & 8.5 & \\ 6.6 & 7.6 & 8.6 & \\ 6.7 & 7.7 & 8.7 & \\ 6.8 & & 8.8 & \\ & & 8.9 & \\ & & 8.10 & \\ & & 8.11 & \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 10.1 & 11.1 \\ 10.2 & 11.2 \\ 10.3 & 11.3 \\ 10.4 & 11.4 \\ 10.5 & 11.5 \\ 10.6 & 11.6 \\ 10.7 & 11.7 \\ & 11.8 \\ & 11.9 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 12.1 \\ 12.2 \\ 12.3 \\ 12.4 \\ 12.5 \\ 12.6 \\ 12.7 \\ 12.8 \\ 12.9 \\ 12.10 \end{vmatrix} \quad (10)$$

Общее количество решений составляет астрономическое число $N = 332\,640\,000$, что потребует для полного перебора очень много времени и только благодаря строгой генетической классификации [1, 3] можно выделить по аналогии с биологическими системами определенные таксоны [4] станков с МПС и сократить время поиска и от-

бора необходимых решений, что пока находится на первых этапах исследований.

Применительно к станкам с лезвийной обработкой различных по форме деталей ниже приведены две усеченные матрицы для станков:

– токарной группы с МПС, с количеством вариантов $N' = 226800$

$$M'_{СПК} = \left| \begin{array}{cccc} 2.1 & 3.1 & 4.1 & 5.1 \\ 2.2 & 3.2 & 4.2 & 5.2 \\ 2.3 & 3.3 & 4.3 & 5.3 \\ 2.4 & 3.4 & & 5.4 \\ 2.5 & 3.5 & & \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{cccc} 6.1 & 7.1 & 8.1 & 9.1 \\ & 7.2 & 8.2 & 9.2 \\ & 7.3 & 8.3 & 9.3 \\ & 7.4 & & \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{cc} 10.1 & 11.1 \\ 10.2 & 11.2 \\ 10.3 & 11.3 \\ 10.5 & \\ 10.6 & \\ 10.7 & \end{array} \right| ; \quad (11)$$

– сверлильно-фрезерной группы с МПС

$$M''_{СПК} = \left| \begin{array}{cccc} & & & \\ & & & \\ 2.2 & 3.2 & 4.1 & 5.2 \\ 2.3 & 3.4 & 4.2 & 5.3 \\ 2.5 & & 4.3 & \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{cccc} 6.1 & 7.1 & 8.1 & 9.1 \\ 6.2 & 7.2 & 8.2 & 9.2 \\ 6.3 & 7.3 & 8.3 & 9.3 \\ 6.4 & 7.4 & 8.4 & \\ 6.5 & & 8.5 & \\ 6.6 & & 8.6 & \\ & & 8.7 & \\ & & 8.8 & \\ & & 8.9 & \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{cc} 10.1 & 11.1 \\ 10.2 & 11.2 \\ 10.3 & 11.3 \\ 10.4 & 11.4 \\ 10.5 & 11.5 \\ 10.7 & 11.6 \\ 10.8 & \end{array} \right| \quad (12)$$

с количеством вариантов $N'' = 979776$.

Применение основных принципов предлагаемой концепции дает новые нетрадиционные решения, позволяющие преодолеть катастрофическое падение станкостроения в Украине и за короткое время создать новые поколения станков на модульном принципе из лучших образцов комплектующих, изготавливаемых специализированными фирмами ведущих стран мира.

Для создания нового поколения станков с минимальными затратами из теории генетического синтеза выбран один из наиболее распространенных операторов – скрещивание с использованием как минимум двух компоновок с разной генетической информацией – традиционной (последовательной кинематикой) и современной (параллельной кинематикой).

В результате получены гибридные компоновки станков токарной (рис. 5) и сверлильно-фрезерной (рис. 6) групп со своими кодами – морфологическими формулами.

На рис. 7 показан самый простой многоцелевой токарный станок одного таксона с инструментальной системой типа "паук", созданный из модулей и МПС типа "гексаглайд", который планируется изготовить на базе токарного станка с ЧПУ традиционной компоновки, для чего проведены исследования возможных движений, рабочих зон, места установки инструментальной системы и влияния соотношений длины штанг.

Для расширения технологических возможностей и повышения технико-экономических показателей предложена семейство токарных многоцелевых станков, как развитие базовой модели, с двумя револьверными головками на поворотной платформе с двумя суппортами, с одинаковой и разной длиной штанг.

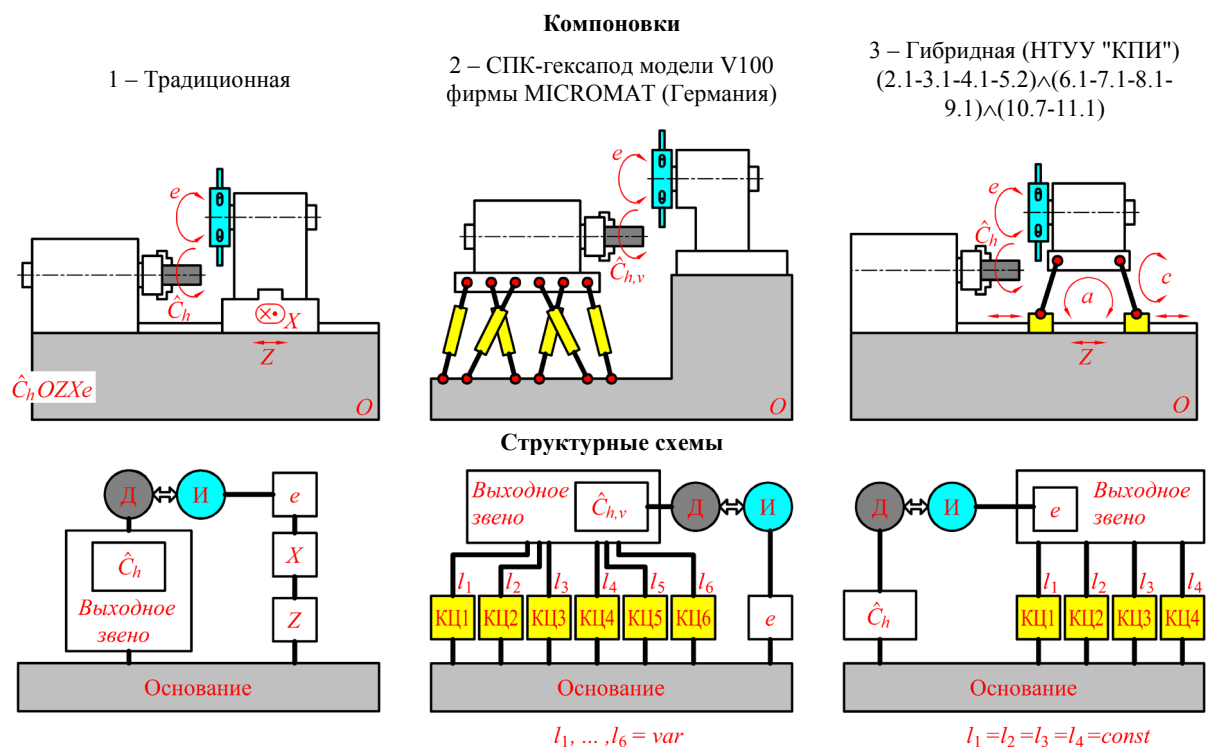


Рис. 5. Сравнение трех концепций компоновок станков токарной группы

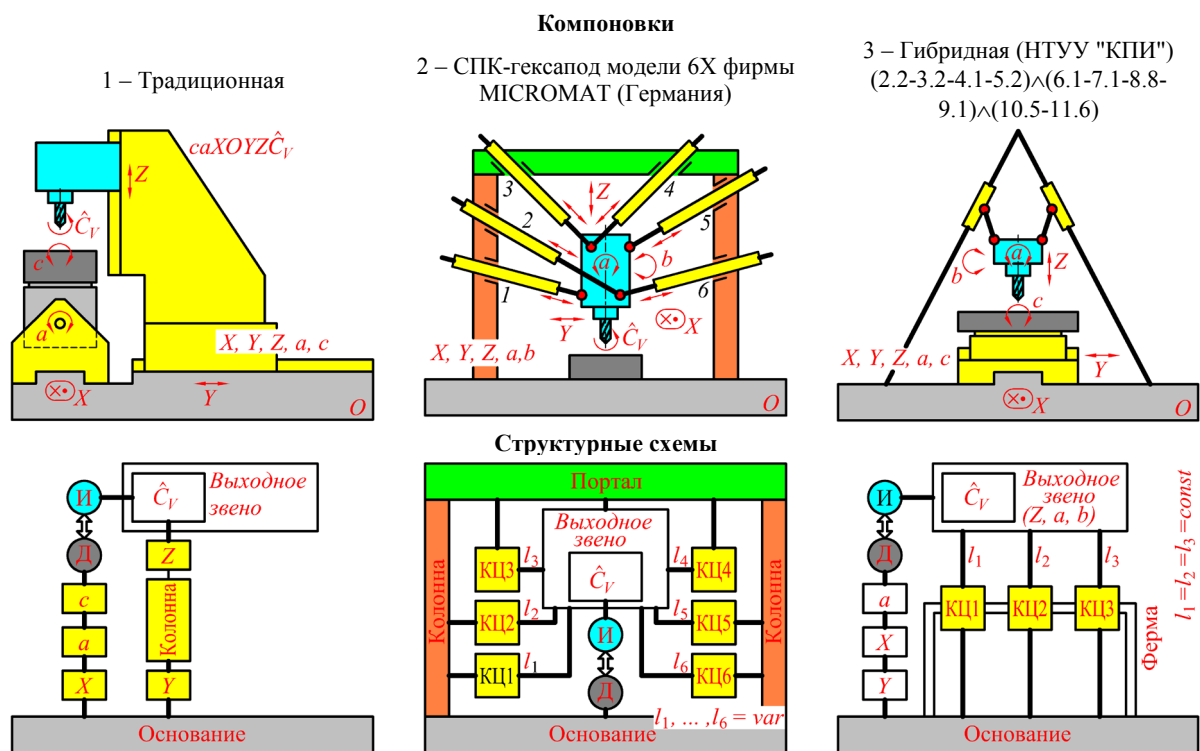


Рис. 6. Сравнение трех концепций компоновок станков сверлильно-фрезерной группы

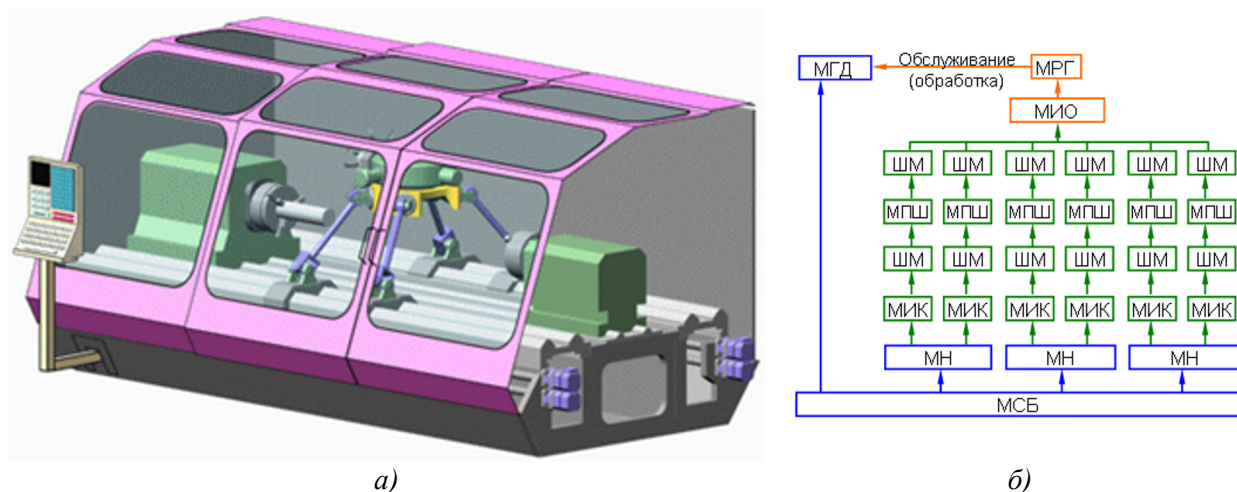


Рис. 7. Многоцелевой токарный станок с МПС типа "наук" по патенту Украины №27808 (а) и его структурная схема (б) с набором модулей: МСБ – стационарный блок; МН – направляющие; МИК – измерение координат; ШМ – шарнирный; МПШ – штанги постоянной длины; МИО – исполнительный орган; МРГ – револьверная головка; МГД – главное движение (шпиндельный узел)

На рис. 8 приведена оригинальная пирамидальная компоновка сверлильно-фрезерного станка с разными степенями подвиж-

ности и использованием каркаса пирамиды (трехгранной или четырехгранной).

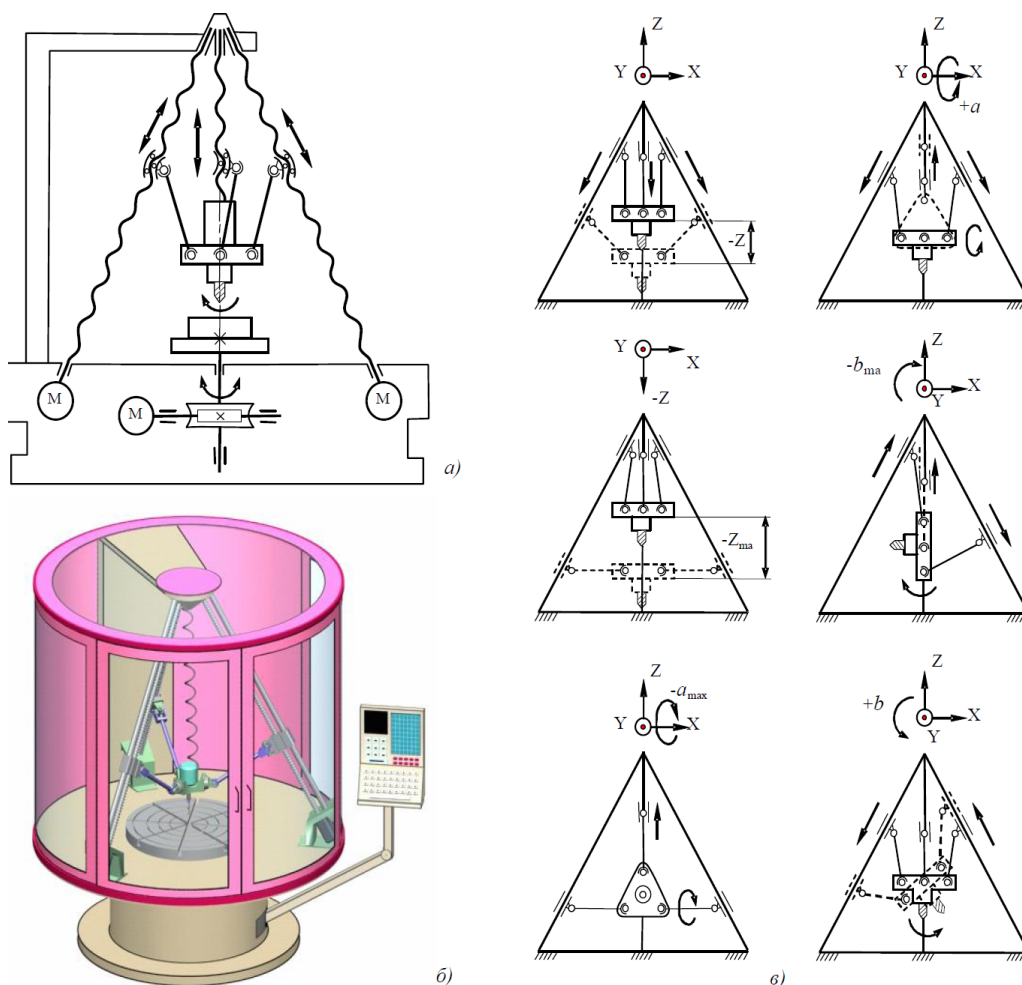


Рис. 8. Многокоординатный сверлильно-фрезерный станок пирамидальной компоновки по патенту Украины №86533: а – кинематическая схема, б – общий вид, в – основные технологические движения по управляемым координатам

Используя различные генетические и геометрические операторы и различные родительские "хромосомы", можно получить оригинальные решения, например, на осно-

ве неподвижного или подвижного клиновидного каркаса для станков различных групп (рис. 9).

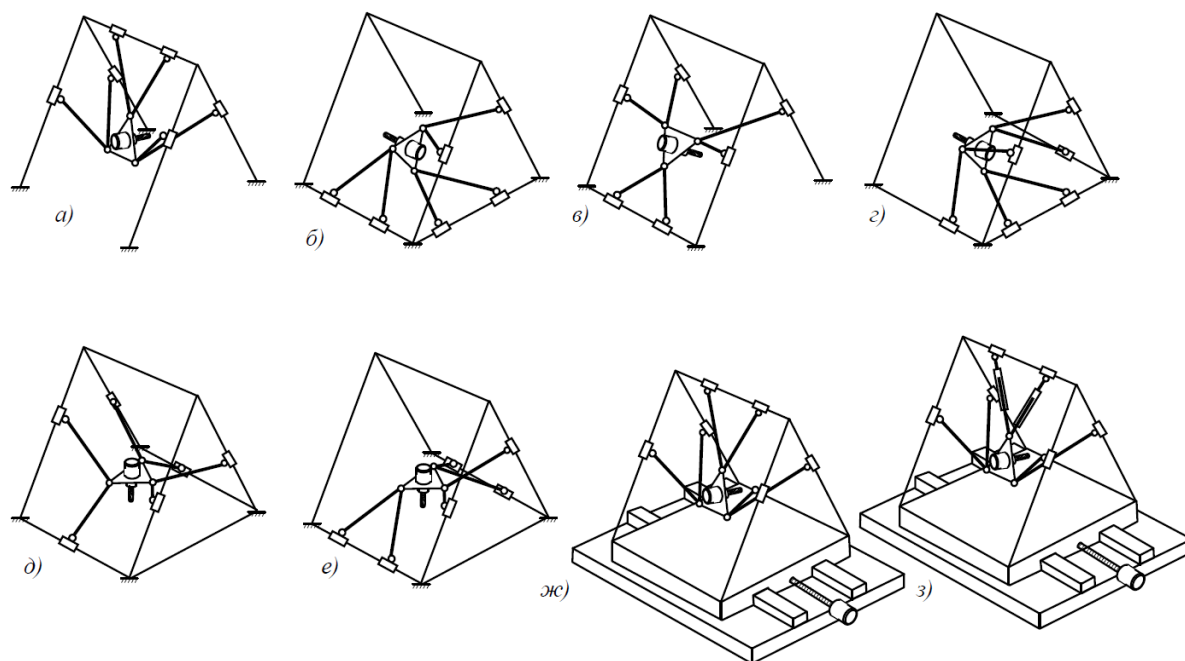


Рис. 9. Примеры компоновочных схем с МПС на основе каркаса клина (патент Украины №35576):
а...е – с начальной ориентацией инструментальной системы, ж и з – гибридные

Реализация генетического оператора скрещивания позволяет существенно повысить производительность традиционных многоцелевых станков за счет введения технологического робота-"слесаря", берущего на себя функции второго станка [2].

Предложенная концепция позволяет расширить область применения МПС в различном технологическом оборудовании:

- металлорежущие станки;
- дерево-, кристалло- и камнеобрабатывающие станки;
- роботы и робототехнические комплексы;
- текстильные машины;
- полиграфические машины;
- лазерные станки для восстановления изношенных деталей;
- сварочные машины;
- сельскохозяйственная техника;
- контрольно-измерительные машины;
- аэрокосмическая техника (радиотелескопы, авиатренажеры и т.п.);
- медицинское оборудование;
- спортивные тренажеры и индустрия

развлечений.

Работы по реализации предложенной концепции создания станков нового поколения, о чем свидетельствуют новые патенты, находятся на первых этапах долгосрочного процесса становления и отработки конструкций по основным технико-экономическим показателям и функциональным возможностям, что требует значительных материальных затрат и государственной поддержки для успешной их реализации.

Сегодняшние руководители государства должны четко осознать, что если в ближайшее время отечественным производителям станочного оборудования в содружестве с учеными не будут обеспечены надлежащие условия, то после вступления Украины в ВТО (а оно уже произошло) продукция наших станкозаводов, некогда известных во всем мире, в принципе не сможет конкурировать с подешевевшими в результате открытия рынка и более эффективными зарубежными аналогами. Она (эта продукция) рискует просто исчезнуть навсегда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные технические решения основаны на положениях предлагаемой концепции и отвечают следующим положениям:

1. Модульный принцип компоновок и генетико-морфологический подход на стадии поиска новых технических решений позволяет повысить технико-экономические показатели, расширить технологические возможности станков с параллельной кинематикой, сократить капиталовложения по внедрению станков нового поколения, упростить создание компоновки станка, согласованной с технологическими задачами и определяемой геометрией детали.

2. В новых каркасных гибридных компоновках пирамидальной и другой формы заложено улучшение эксплуатационных параметров оборудования с параллельной кинематикой.

3. Каркасные компоновки в сочетании с высокой пространственной жесткостью несущих элементов обеспечивают свободный доступ для обслуживания рабочего пространства станка с оптимальным соотношением занимаемого объема и агрегатирования станочных модулей.

4. Пространственный каркас опор для крепления модулей позволяет реализовать многовариантность модульного построения с использованием нескольких МПС в едином рабочем пространстве станка.

5. Построение высокотехнологичных структур возможно в каркасных компоновках с МПС на укороченных штангах постоянной длины.

6. Для увеличения рабочей зоны многоцелевых станков с параллельной кинемати-

кой можно разделить необходимое число степеней свободы ИО между традиционной и параллельной структурами.

7. Основная компоновка станка может быть дополнена вспомогательными средствами, расширяющими технологические возможности, например, подвижным контршпинделем, поворотным устройством инструментальной системы, манипулятором, технологическим роботом-"слесарем" и др.

8. Возможна работа двух и более МПС в одной компоновке с пересекающимися рабочими зонами и т.п.

9. Для выбора лучшей компоновки необходимо разработать критерии и технические ограничения. а для принятой компоновки необходимо выполнить оптимизацию геометрических параметров МПС и несущей каркасной системы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Волохонский А.Г. Генетический код и симметрия // Симметрия в природе. – Л.: 1971. – С. 75.
- [2] Кузнецов Ю.Н., Дмитриев Д.А., Диневич Г.Е. Компоновки станков с механизмами параллельной структуры. – Херсон: ПП Вышемирский В.С., 2010. – 471 с.
- [3] Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.
- [4] Taxonomic groups of any rank will, in this Code, be referred to as taxa (singular: taxon). Division II. Rules and recommendations. Chapter I. Taxa and their ranks. Article 1. (<http://ibot.sav.sk/icbn/frameset/0005Ch1Art001.htm>) (англ.)