

В порядке дискуссии

УДК 621.9.06

*Ю. Н. Кузнецов*

## БУДУЩЕЕ СТАНКОСТРОЕНИЯ – СЕРДЦЕВИНЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ

UDC 621.9.06

*Y. N. Kuznetsov*

## FUTURE OF MACHINE-TOOL MANUFACTURE, AS A CORE OF MECHANICAL ENGINEERING

### **Аннотация**

Приведены результаты научных исследований ученых КПИ им. Игоря Сикорского при создании и генетическом предвидении развития станков новых поколений и их механизмов с использованием последних достижений, объединенных в междисциплинарную область знаний и построенных на едином структурно-системном подходе. Высказана мысль о возрождении отечественного станкостроения за счет инновационного прорыва и реализации стратегической цели «Опередить не догоня!».

### **Ключевые слова:**

станкостроение, антропогенные системы, генетическое предвидение, материальная точка, искусственный интеллект.

### **Abstract**

The paper presents results of the research done by the scientists of the Igor Sikorsky KPI who created and predicted from the genetic point of view the development of new generation machines and their mechanisms, the latest achievements being used and combined into an interdisciplinary field of knowledge based on the unified structural systematic approach. The idea about the revival of the national machine-tool industry is expressed related to the innovative breakthroughs and the implementation of the strategic goal «Outrun, without overtaking!».

### **Key words:**

machine tool manufacture, anthropogenic systems, genetic foresight, material point, artificial intelligence.

### ***Введение***

Основная черта современности – ориентация производства на рынок, что невозможно без интеграции науки, образования, производства и сферы обслуживания, а также достижения таких основных целей, как повышение производительности, повышение качества продукции, снижение затрат на производство при экономии энергии и материальных ресурсов, улучшение и снижение доли физического труда, облегчение и сокращение монотонного интеллектуального (умственного) труда,

расширение технологических и функциональных возможностей оборудования [2, 8, 21]. Это определило мировые тенденции развития машиностроения [2, 13, 19, 21]. Достижение указанных целей в независимом высокоразвитом государстве невозможно без отечественного станкостроения – сердцевины машиностроения, где основная продукция – станки – рассматриваются как машины, создающие другие машины [2, 5], а без станков невозможно изготовление другого технологического оборудования, других технических систем (ТС)

различного функционального назначения, которые относятся к антропогенным системам (АГС) [1], изменяющимся во времени в результате целенаправленной деятельности человека.

*Цель* – на основе анализа прошлого и настоящего состояния станкостроения предложить пути выхода из кризиса и спрогнозировать развитие с учетом последних достижений современной науки, проиллюстрировав на примерах междисциплинарного системно-структурного подхода.

### **Состояние проблемы**

Станкостроение с первых лет советской власти избрало стратегически губительный девиз «Догнать и перегнать!» (первые токарные станки московского завода «Красный пролетарий» назывались ДИП-200 (Догнать И Перегнать), высота центров – 200 мм, но они, даже с ЧПУ, например, мод. 16К20Ф3С1, так и не «перегнали» подобные станки ведущих инофирм). Нас всегда убеждали в том, что надо идти в фарватере ведущих фирм и стран, глядеть им вслед и брать за основу разработки, увиденные на международных выставках. В конце 80-х гг. прошлого столетия были попытки идти другим путем (примеры – Ивановский станкозавод, который начал изготавливать многоцелевые станки типа ИР-500 на современном уровне, используя модульный принцип; Киевский завод станков-автоматов им. М. Горького, который изготовил первенцы многошпиндельных токарных автоматов с ЧПУ). Однако случилось непредвиденное, и Украина, занимавшая второе место в СССР после Российской Федерации, потеряла лидерство, а многие станкостроительные заводы сдали свои позиции и даже прекратили свою деятельность, например, прекратило существовать ОАО «Веркон», ранее широко известное производством многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов полной

гаммы типоразмеров – от наилегчайших до сверхтяжелых [19, 24].

Сегодня есть ещё возможность (при изменении подхода со стороны государства) возродить отечественное станкостроение и другие отрасли машиностроения (авиастроение, судостроение, сельхозмашиностроение, приборостроение). Для этого необходимо избрать стратегически верный девиз «Опередить не догоняя!» и осуществить инновационный прорыв (рис. 1) в сфере науки, образования и производства, используя последние достижения в различных науках (генетике, кибернетике, информатике, синергетике, соционике и др.), объединенных в междисциплинарную область знаний и построенных на едином структурно-системном подходе (пример – НБИК-технологии: НАНО, БИО, ИНФО, КОГНИ) [3, 4, 7, 10, 11, 22].

### **Предлагаемый научный подход, обеспечивающий инновационный прорыв**

Постулат нового научного подхода – от живой Природы к созданию антропогенных систем, к которым относятся статические и динамические машинные, электрические, строительные ТС, благодаря интеллекту Человека, что задекларировано в философских идеях и пророчестве акад. В. И. Вернадского [5]: «С появлением на нашей планете одаренного разумом живого существа планета переходит в новую стадию своей истории. Биосфера переходит в ноосферу (сферу разума) ... Мы только начинаем создавать непреодолимую мощь научной мысли, величайшей творческой силы Homo Sapiens, человеческой свободной личности, величайшего нам известного проявления её космической силы, царство которой впереди ...» (понятие «ноосфера» ввели французские ученые – математик и философ Эдуард Перуа и геолог и палеонтолог Тейяр де Шарден).

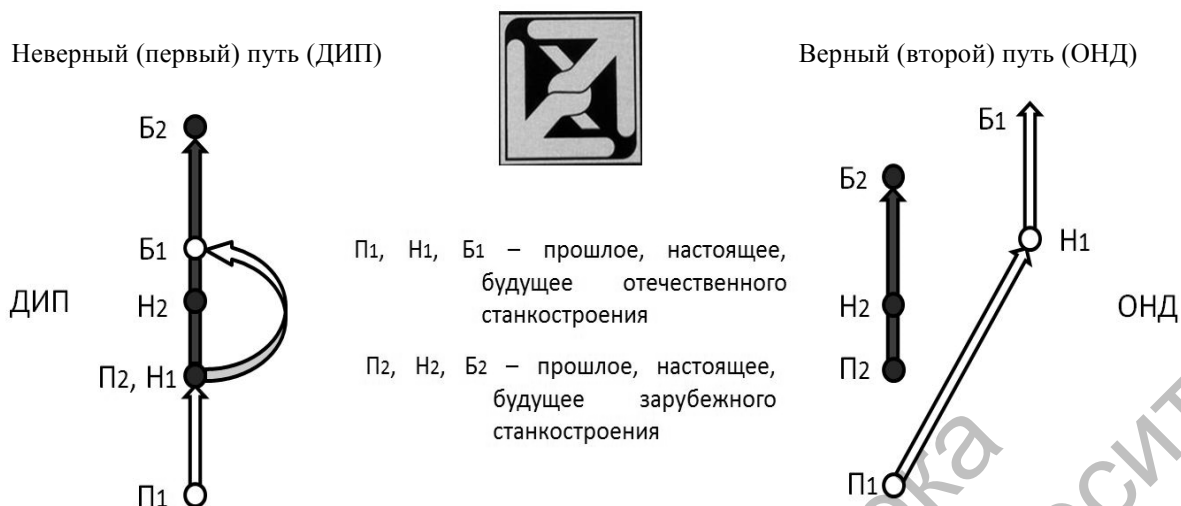


Рис. 1. Наглядное сравнение неверного (слева), верного (справа) путей и девиза развития (в центре) станкостроения

Создание новых развивающихся ТС невозможно без анализа и учета накопленного человеческого опыта, который, как генетическая информация на различных носителях, переносится из поколения в поколение. История развития человеческого общества и эволюция техники всегда были связаны с механикой [9]. Однако с открытием электричества оказалась немыслимой в настоящее время жизнедеятельность Человека и развитие ТС без него [1]. Электричество стало основным источником энергии ТС и первичным преобразователем её альтернативных источников (воды, ветра и солнца), составляя конкуренцию бензину и газу. Эта тенденция определила особую роль электромеханической науки, связанной с исследованием и созданием электромеханических преобразователей энергии, которая непосредственно используется в процессах производства, транспортировки, распределения и потребления электрической энергии. По аналогии с предложенной проф. В. Ф. Шинкаренко периодической системой электромагнитных элементов (первичных источников электромагнитного поля), названных электромагнит-

ным геном [18], и благодаря принципам самоорганизации и генетическому принципу «от простого к сложному» предложен новый взгляд на материальную точку как носителя генетической информации при создании ТС типа «объект» и «процесс» [13, 17]. Эта материальная точка на генетическом уровне условно названа механическим геном и несёт информацию о поступательных и вращательных движениях, нагрузках и их направлениях (рис. 2).

Материальная точка может быть неподвижной – как информация о статических АГС типа «объект» (орудия труда, сооружения, несущие системы технологического оборудования) и подвижной – как информация о динамических АГС типа «процесс» [1, 13, 18].

Неподвижную материальную точку с наращиванием генетической информации и усложнением структуры используют при геометрических построениях статических АГС (рис. 3). Впервые о материальной точке в силовых потоках зажимных механизмов с их буквенно-цифровым кодированием было заявлено автором в докладе [15].

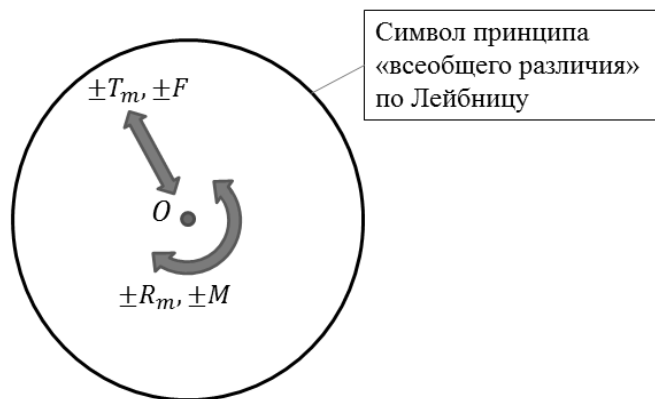


Рис. 2. Материальная точка (т. O) – механический ген, несущий информацию о виде перемещений и нагрузок поступательных ( $\pm T_m; \pm F$ ) и вращательных ( $\pm R_m; \pm M$ ) с указанием направления

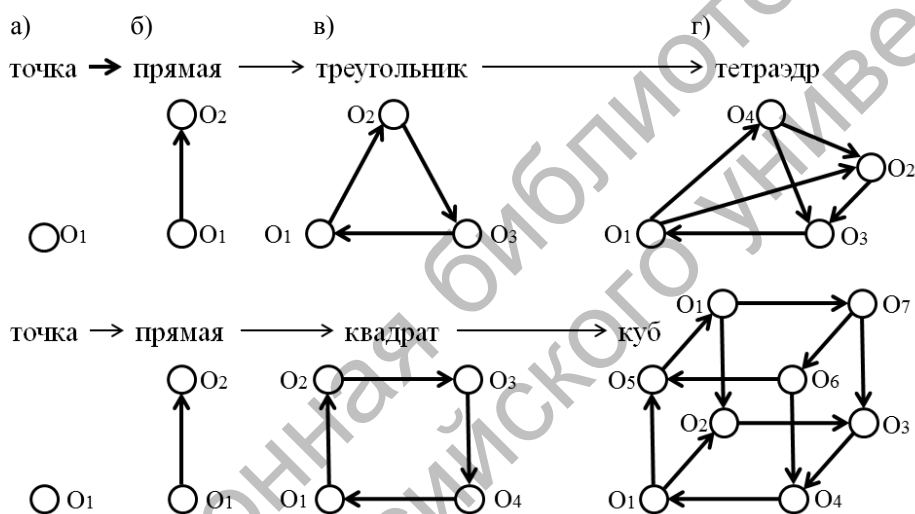


Рис. 3. Примеры переноса материальной точки (а) и усложнения объекта с накоплением генетической информации при построении изображений, фигур и тел в одномерном (б), двумерном (в) и трёхмерном (г) пространстве

Подвижную материальную точку с наращиванием генетической информации и усложнением структуры используют как для переноса информации от одной точки к другой, так и для взаимодействия точек.

По аналогии с систематикой по Флинну, впервые появившейся в кибернетике применительно к ЭВМ [3], а затем в теории ТС [16], все виды переноса информации материальными точками и их взаимодействия можно представить четырьмя классами (рис. 4). По аналогии с электромагнитным полем в механике речь может идти о силовом поле, которое может служить исходной

структурой, содержащей упорядоченную совокупность механических генов с заданной пространственной последовательностью их размещения (распределения) в границах геометризованного топологического пространства (поверхности).

Благодаря плодотворному сотрудничеству механиков и электромехаников и использованию подходов в генетической электромеханике и универсальных генетических операторов синтеза (репликации, инверсии, скрещивания, кроссинговера, мутации) [18, 22, 25, 26] созданы принципиально новые механизмы, узлы и станки, в которых ме-

ханические передачи заменены электромагнитными: мотор-головки многшпindelные (патент Украины № 110074); мотор-головки револьверные (патент Украины № 109191); шпindelный узел станка (патент Украины № 112234); устройство для осциллирующего сверления композиционных материалов (патент Украины № 113101); мотор-барабан шпindel-

дельный [24]; многокоординатный мобильный сверлильно-фрезерный станок пирамидальной компоновки (патент Украины № 101447).

Вместо традиционной многшпindelной головки с зубчатыми колесами (настоящее) (рис. 5) предложены мотор-головки многшпindelные (будущее) (рис. 6).

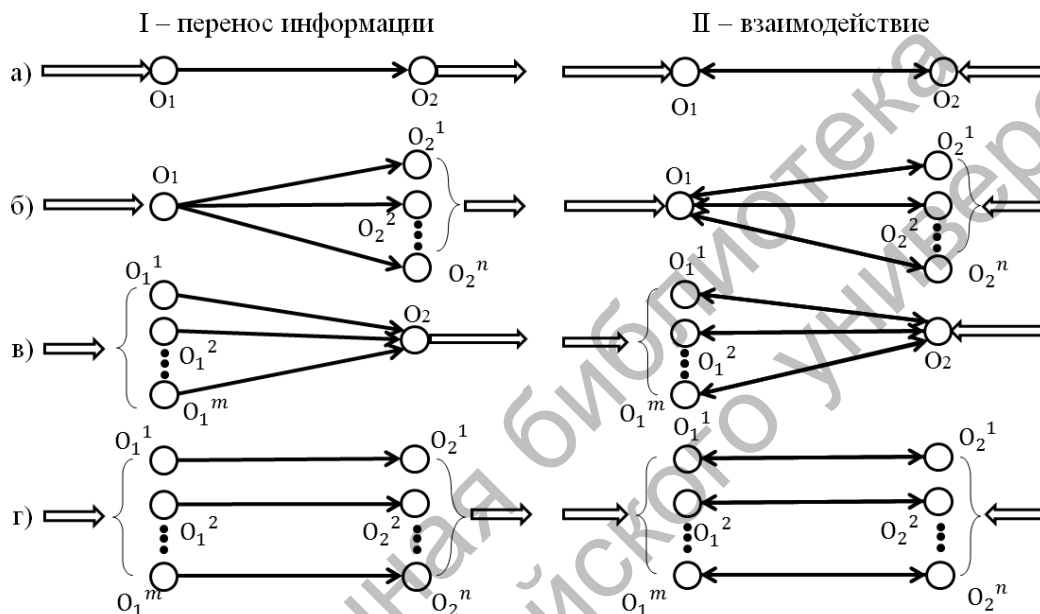


Рис. 4. Варианты переноса информации и взаимодействия материальных точек согласно систематике по Флинну: а – один вход, один выход; б – один вход, несколько выходов; в – несколько входов, один выход; г – несколько входов, несколько выходов

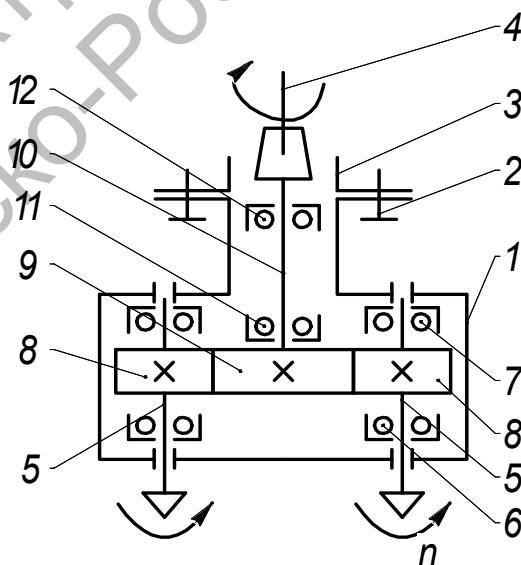


Рис. 5. Традиционная головка многшпindelная (настоящее): 1 – корпус; 2 – болты; 3 – пиньоль; 4 – ось шпindelа станка; 5 – рабочие инструментальные шпindelы; 6 и 7 – передние и задние опоры рабочих шпindelов; 8, 9 – зубчатые колеса; 10 – приводной вал с опорами; 11, 12 – опоры

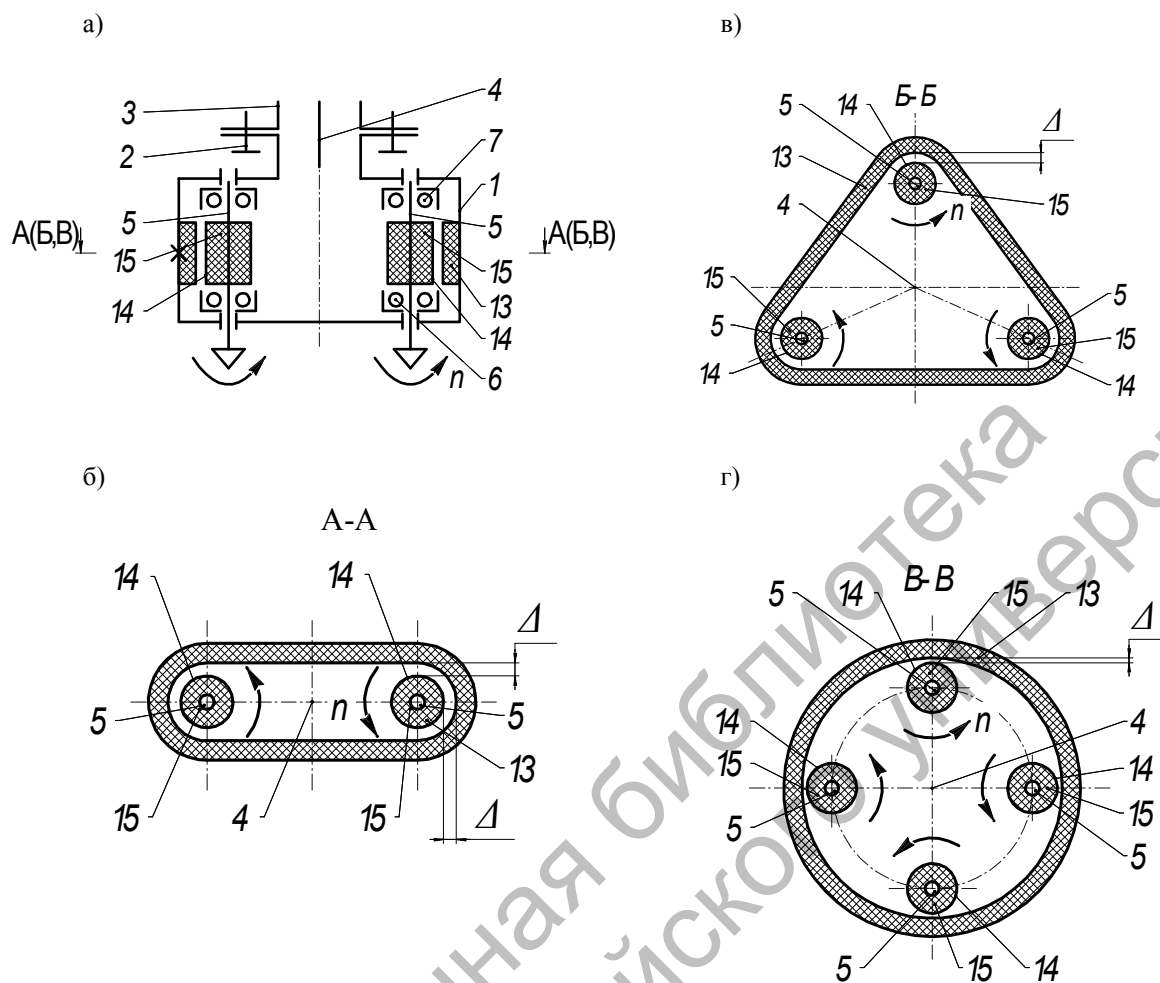


Рис. 6. Мотор-головки многошпиндельные (будущее) по патенту Украины № 110074 с генетическими формулами согласно [18]: а – продольный разрез; б – двухшпиндельная [ПЛ 0.2у]<sub>1</sub> × [2ЦЛ 0.2у]<sub>2</sub>; в – трехшпиндельная [ПЛ 0.2у<sup>3</sup>]<sub>1</sub> × [3ЦЛ 0.2у]<sub>2</sub>; г – четырехшпиндельная [ПЛ 0.2у]<sub>1</sub> × [4ЦЛ 0.2у]<sub>2</sub>

Вместо традиционной револьверной головки с зубчатыми передачами от шпинделя станка (настоящее) (рис. 7, а) предложена мотор-головка револьверная (будущее) (рис. 7, б), в которой зубчатый механизм поворота с отдельным электродвигателем можно заменить на гибридную электромеханическую систему с коническим статором и цилиндрическими роторами (генетическая формула [КН 0.2у]<sub>1</sub> × [нЦЛ 0.2у]<sub>2</sub> [22]).

Применение высокоскоростных мотор-шпинделей (М-Ш) в многошпиндельных токарных автоматах и полуавтоматах позволяет отказаться от зубчатых передач в приводе главного движения (прошлое) (рис. 8, а), отдельных

электродвигателей с муфтами (настоящее) (рис. 8, б) и существенно сократить кинематические цепи и вес шпиндельного барабана (ШБ) (будущее) (рис. 8, в, г) [24].

Говоря о будущем развития мирового и отечественного станкостроения [13, 19, 21], необходимо обратиться к научному подходу, известным и новым методам прогнозирования и предвидения на 50...100 и более лет вперед. Различают следующие виды предвидения в технике: научное (инженерное) прогнозирование [16, 20]; научное предвидение [3]; генетическое предвидение [22, 23]. При научном прогнозировании на глубину до 20...30 лет эффективным

может быть системно-морфологический подход [14, 20], проиллюстрированный

на примере станка будущего (рис. 9).

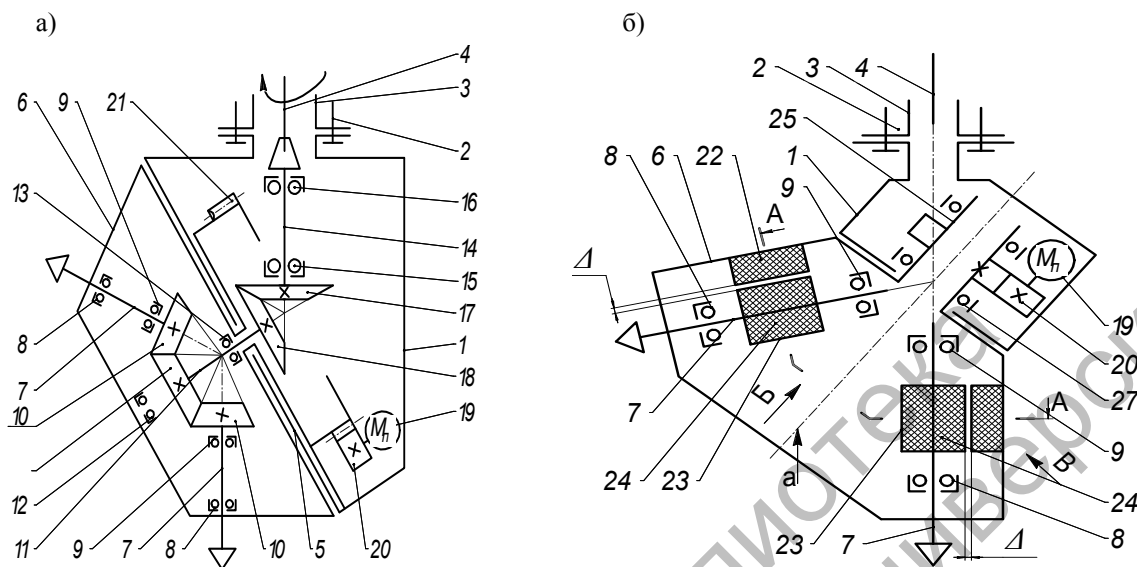


Рис. 7. Головка револьверная (настоящее) (а) и мотор-головка револьверная (будущее) по патенту Украины № 109191 с генетической формулой  $[КН\ 0.2y]_1 \times [пЦЛ\ 0.2y]_2$  (б); 1 – корпус; 2 – болты; 3 – шпиндельный узел станка; 4 – ось шпинделя станка; 5 – нижний торец корпуса; 6 – поворотная планшайба; 7 – рабочие инструментальные шпиндели; 8, 9 – передние и задние опоры рабочих шпинделей; 10 – конические зубчатые колеса на концах шпинделей 7; 11, 18 – центральные конические зубчатые колеса на приводном валу; 12, 13 – опоры приводного вала; 14 – центральный вал на опорах; 17, 18 – зубчатая коническая пара; 19 – электродвигатель поворота планшайбы; 20, 21 – цилиндрическая зубчатая пара; 22 – статор конусообразной формы; 23 – якорь вращательного движения с обмотками; 24 – обмотки; 25 – хвостовик планшайбы на опорах; 26, 27 – опоры

Долгосрочный прогноз с вероятностью свершения 100 % на основе генетического предвидения можно представить в виде пирамиды предвидения (рис. 10). С увеличением размера (веса) детали Gд и станка Gс изменяются их соотношение и вид станка: I – быстро собираемые и ультрапрецизионные мини-станки из модулей в кейсе со встроенной системой компьютерного управления; II – настольные станки или 3D-принтеры с искусственным интеллектом, управляемые от компьютера (смартфона) или чипа в голове человека; III – напольные (наземные) мобильные многокоординатные станки-роботы с

каркасно-оболочечной несущей системой, перемещаемые по цеху и одновременно обрабатывающие детали; IV – здание (цех) с установленной на полу заготовкой (возможно, выращенной с помощью 3D-принтера), по стенам и потолку которого перемещаются интеллектуальные станки-роботы; V – открытая площадка под навесом, на полу которой установлена заготовка (возможно, выращенная с помощью 3D-принтеров), а вокруг нее и по ней перемещаются интеллектуальные станки-роботы с инструментами различного назначения и исполнения.

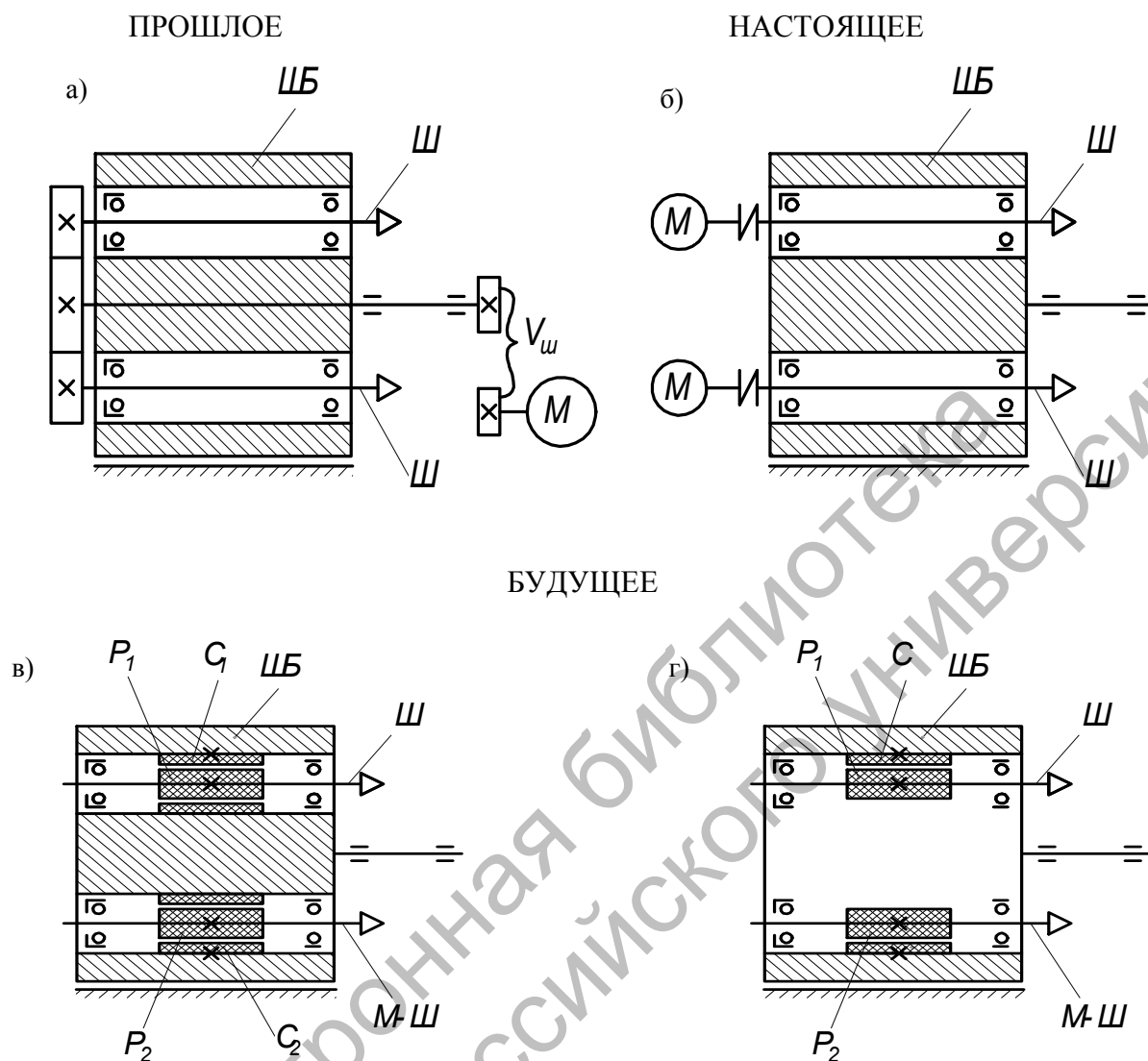


Рис. 8. Эволюция привода главного движения (вращения шпинделей) в многошпиндельном токарном автомате с поворотным шпиндельным барабаном (ШБ): а – прошлое; б – настоящее; в, г – будущее (М – электродвигатели главного движения; М<sub>1</sub>...М<sub>z</sub> – электродвигатели вращения шпинделей Ш<sub>1</sub>...Ш<sub>z</sub>; (М-Ш)<sub>1</sub>... (М-Ш)<sub>z</sub> – мотор-шпиндели; С<sub>1</sub>...С<sub>z</sub> – статоры мотор-шпинделей; Р<sub>1</sub>...Р<sub>z</sub> – роторы мотор-шпинделей; С – общий статор для всех М-Ш)

Для всех станков будущего при приближении формы заготовки к форме готовой детали, т. е. при существенном уменьшении снимаемых припусков, сил резания и при высоких скоростях обработки, а также с переходом к каркасным

и оболочечным несущим системам (станинам, колоннам, стойкам и т. п.), отпадает необходимость в фундаментах, начиная от мини-станков и заканчивая уникальными.



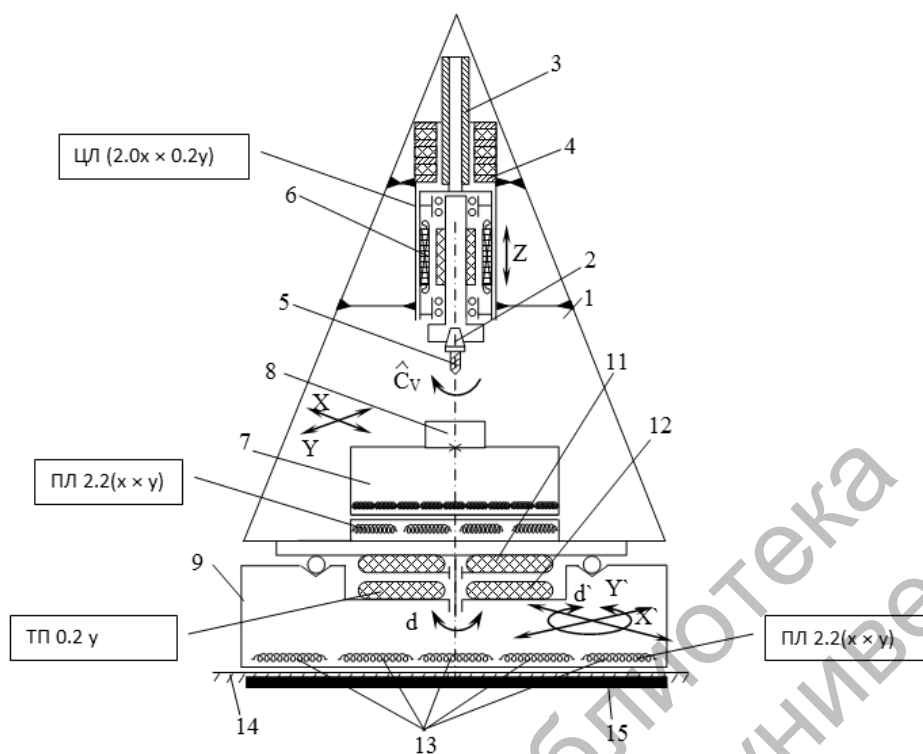


Рис. 9. Многокоординатный мобильный сверлильно-фрезерный станок будущего без механических передач по патенту на изобретение № 101447 с генетическими формулами узлов (механизмов)

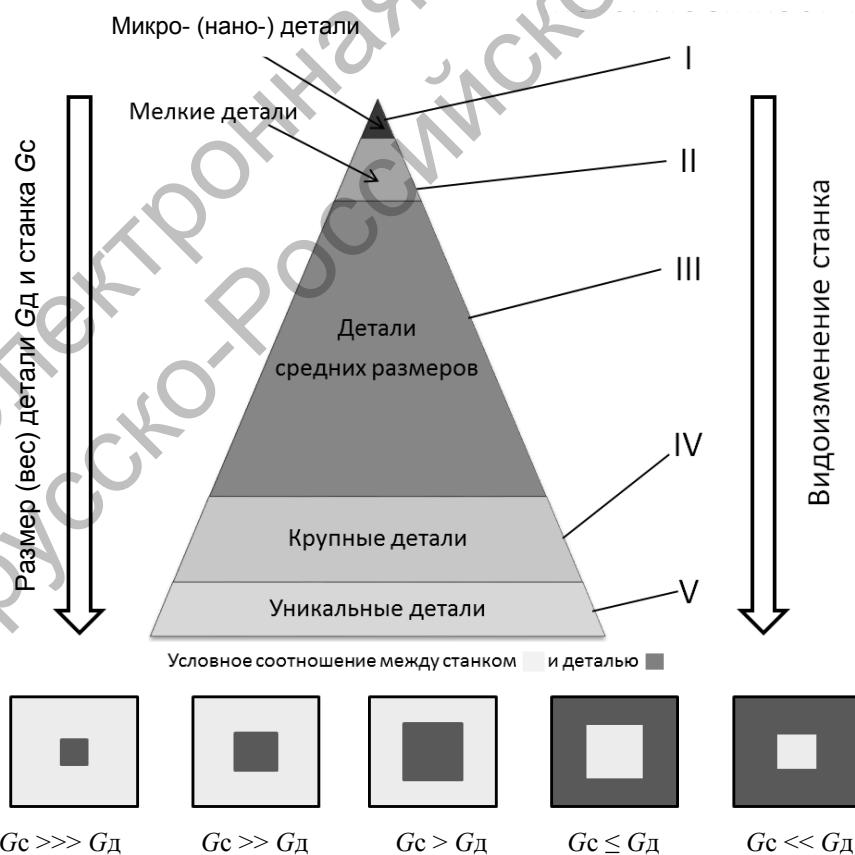


Рис. 10. Геометрическая модель предвидения эволюции станков различных типов размеров

### Заклучение

1. Становится очевидным, что Человек не является единоличным творцом технологического прогресса, как считалось ранее, а остается лишь учеником Природы. Всё, что изобретено многими поколениями специалистов, Природа давно предусмотрела в своих генетических программах. Природа устанавливает законы структурной организации, создает генетические программы развития сложных систем и диктует строгие правила их построения.

2. Наступает эра перехода от виртуального к реальному, т. к. основой прогресса материального производства («больше—лучше—дешевле») были и остаются производственные технологии и технические средства (материальные и энергетические потоки), а не компьютеры, приучающие к виртуальным работам и относящиеся к информационным

потокам, которые всегда являются только вспомогательными и вторичными.

3. Новые идеи всегда сталкиваются с целой армией рутинеров, но именно эти смелые идеи благодаря знанию законов Природы и уважению к ним приводят к созданию жизнедеятельных и конкурентоспособных реальных объектов производства. Это можно выразить словами проф. МВТУ им. Н. Э. Баумана Л. И. Волчкевича [3]: «Противостояние нового и номинально-перспективного, но недостаточно отработанного и рискованного по сравнению с досконально известным и привычным не может протекать бесконфликтно, без ломки психологических стереотипов, без взаимопонимания и компромиссов...».

4. Следует помнить слова акад. К. Скрябина: «Кто владеет генетической информацией, будет владеть миром!».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Балашов, Е. П.** Эволюционный синтез систем / Е. П. Балашов. – М. : Радио и связь, 1985. – 328 с.
2. **Бирюков, Б. Н.** Машины, создающие машины / Б. Н. Бирюков. – Киев : Техника, 1987. – 141 с.
3. **Брюхович, Е. И.** К вопросу информатизации общества / Е. И. Брюхович // Математические машины и системы. – 1997. – № 2. – С. 122–132.
4. **Вавилов, Н. И.** Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / Н. И. Вавилов. – Л. : Наука, 1987. – 267 с.
5. **Вернадский, В. И.** Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М. : Айрис-пресс, 2007. – 576 с.
6. **Волчкевич, Л. И.** Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие / Л. И. Волчкевич. – М. : Машиностроение, 2005. – 380 с.
7. **Гегель, Ф. Г.** Наука логики / Ф. Г. Гегель. – СПб. : Логос, 1997. – 191 с.
8. **Добровольский, В. А.** Основные принципы конструирования современных машин / В. А. Добровольский, Л. Б. Эрлих. – Киев ; М. : Машгиз, 1956. – 110 с.
9. **Ишлинский, А. Ю.** Механика: идеи и задачи, приложения / А. Ю. Ишлинский. – М. : Наука, 1985. – 624 с.
10. **Князева, Е. Н.** Синергетика. Нелинейность времени и ландшафты коэволюции / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – М. : Комкнига, 2014. – 272 с.
11. **Короткова, Г. П.** Принципы целостности (к вопросу о соотношении живых и неживых систем) / Г. П. Короткова. – Л. : Ленинград. ун-т, 1968. – 160 с.
12. **Кузнецов, Ю. Н.** Генетико-морфологический подход к созданию антропогенных систем на примере станков / Ю. Н. Кузнецов // Современные проблемы машиноведения : материалы X Междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 23–24 окт. 2014 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014.
13. **Кузнецов, Ю. Н.** Эволюционный и генетический синтез технологического оборудования нового поколения / Ю. Н. Кузнецов // Резание и инструмент в технологических системах : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Харьков : ХПИ, 2008. – Вып. 85. – С. 149–162.
14. Генетико-морфологический подход к созданию и прогнозированию развития зажимных механизмов для вращающихся деталей / Ю. Н. Кузнецов [и др.] // Journal of Technical University – Sofia : Plovdiv branch, Bulgaria Fundamental Sciences and Applications, 2013. – Vol. 19, book 2.

15. **Кузнецов, Ю. Н.** Теоретические основы оптимального проектирования зажимных механизмов / Ю. Н. Кузнецов // Материалы науч. конф., посвящ. 1300-летию Болгарии и 90-летию БКБ. – Габрово (НРБ), 1982. – С. 37–58.
16. **Кузнецов, Ю. Н.** Теория технических систем : учебник / Ю. Н. Кузнецов, Ю. К. Новоселов, И. В. Луцив. – Севастополь : СевНТУ, 2010. – 252 с.
17. **Кузнецов, Ю. Н.** Новый взгляд на материальную точку как носителя генетической информации при создании технических систем / Ю. Н. Кузнецов // Фундаментальные основы механики : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Новокузнецк : НИЦ МС, 2016. – № 1. – С. 26–40.
18. **Кузнецов, Ю. Н.** Создание станков нового поколения с применением генетико-морфологического подхода / Ю. Н. Кузнецов // УНИТЕХ 10 : материалы Междунар. науч. конф. – Габрово, 2010. – Т. 2.
19. **Кузнецов, Ю. М.** Сучасний стан, перспективи розвитку і виробництва металорізальних верстатів в Україні / Ю. М. Кузнецов // Вісті Академії інженерних наук України. – 2011. – № 1 (41). – С. 2–10.
20. **Кузнецов, Ю. М.** Прогнозування розвитку технічних систем : навч. посібник / Ю. М. Кузнецов, Р. А. Складаров ; за ред. Ю. М. Кузнецова. – Киев : ЗМОК ; ГНОЗИС, 2004. – 323 с.
21. **Кузнецов, Ю. М.** Компоновка верстатів з механізмами паралельної структури / Ю. М. Кузнецов, Д. О. Дмитрієв, Г. Ю. Діневич. – Херсон : В. С. Вишемирський, 2009. – 456 с.
22. **Шинкаренко, В. Ф.** Основы теории эволюции электромеханических систем / В. Ф. Шинкаренко. – Киев : Наукова думка, 2002. – 288 с.
23. **Шинкаренко, В. Ф.** Генетическое предвидение как системная основа в стратегии управления инновационным развитием технических систем / В. Ф. Шинкаренко // Праці Таврійського держ. агро-техн. ун-та. – 2011. – Т. 4, вип. 11. – С. 3–19.
24. **Ibrahim Farhan Salman Alrefo.** Evolution and genetic forecasting of multispindle automatic lathe development / Ibrahim Farhan Salman Alrefo, Yu. N. Kuznetsov // Вісн. ХНТУ. – 2016. – № 2 (57). – С. 17–22.
25. **Shynkarenko, V.** Interdisciplinary approach to modeling and synthesis of difficult technical systems / V. Shynkarenko, Y. Kuznetsov // Journal of the Technical University Gabrovo. – 2016. – Vol. 52. – P. 24–28.
26. **Kuznetsov, Y.** The genetic approach is the key to innovate synthesis of complicated technical systems / Y. Kuznetsov, V. Shynkarenko // Journal of the Technical University. – 2011. – Vol. 16, book 2. – P. 15–34.

*Статья сдана в редакцию 30 января 2017 года*

**Юрий Николаевич Кузнецов**, д-р техн. наук, проф., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского». E-mail: info@zmok.kiev.ua, zmok@mail.ru.

**Yury Nikolayevich Kuznetsov**, DSc (Engineering), Prof., National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute». E-mail: info@zmok.kiev.ua, zmok@mail.ru.