

## РОЗДІЛ II. ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА АВТОТРАНСПОРТУ

УДК 621.9:007

*Юрий Кузнецов*

### УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ СТАНКОВ С КОМПЬЮТЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ НА МОДУЛЬНОМ ПРИНЦИПЕ

*Юрій Кузнецов*

### НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЛАБОРАТОРІЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ВЕРСТАТІВ З КОМП'ЮТЕРНИМ КЕРУВАННЯМ НА МОДУЛЬНОМУ ПРИНЦИПІ

*Iurii Kuznetsov*

### TEACHING AND RESEARCH LABORATORY OF SMALL-SIZED MECHINE TOOLS WITH COMPUTER MANAGEMENT ON A MODULAR PRINCIPLE

*Предложено идеологию сквозной подготовки технической интеллектуальной элиты в неразрывной цепи приобретения знаний, умений и практических навыков: дошкольное, среднее, высшее образование – производство – аспирантура и докторантура.*

*Рассмотрены различные образовательные средства в технических вузах. Акцент сделан на использование современного малогабаритного (настольного) оборудования с компьютерным управлением и их узлов, которые можно приобрести и изготовить собственными силами на модульном принципе.*

**Ключевые слова:** инноватика, интеллектуальная элита, настольные станки с компьютерным управлением, мотор-шпиндель, модульный принцип, учебно-исследовательская лаборатория.

*Рис.: 10. Табл.: 1. Библ.: 21.*

*Запропоновано ідеологію наскрізної підготовки технічної інтелектуальної еліти в нерозривному ланцюгу придбання знань, умінь і практичних навичок: дошкільна, середня, вища освіта – виробництво – аспірантура і докторантура.*

*Розглянуто різні освітні засоби в технічних вищих навчальних закладах. Акцент зроблено на використанні сучасного малогабаритного (настільного) обладнання з комп'ютерним керуванням та їх вузлів, які можна придбати і виготовити власними силами на модульному принципі.*

**Ключові слова:** інноватика, інтелектуальна еліта, настільні верстати з комп'ютерним керуванням, мотор-шпиндель, модульний принцип, навчально-дослідницька лабораторія.

*Рис.: 10. Табл.: 1. Бібл.: 21.*

*Ideology of through preparation of technical intellectual elite is offered in the indissoluble chain let of acquisition of knowledge, abilities and skills: pre-school, AV, higher education - production – postgraduate school and higher doctorate.*

*Various educational tools in technical higher education intuitions are discussed. The main attention is paid to the use of modern small table equipment with computer control and their units that can be purchased and produce your owe forces on the modular principle.*

**Key words:** innovation, intellectual elite, desktop computer, controlled machines, motor-spindle, modular principle, education research laboratory.

*Fig.: 10. Tabl.: 1. Bibl.: 21.*

**Постановка проблемы.** В настоящее время подготовка технической интеллектуальной элиты в Украине сдерживается недостатками существующей системы образования [3; 5], среди которых догматизм и репродуктивная форма передачи знаний, предвзятое отношение к физическому труду (неумение «думать руками»), как к занятию, не присутствующему интеллектуалам. Накопленный многолетний опыт преподавания студентам различных специальностей технических вузов свидетельствует о том, что учиться необходимо всю жизнь, чтобы идти в ногу с вызовами действительности. Для этого необходимо преодолевать вектор инерции мышления и расширять кругозор за счёт креативной формы образования, постоянного всестороннего самообразования (отслеживание новинок науки, техники и технологий), переквалификации и повышения квалификации [3; 5].

Для сквозной подготовки технической интеллектуальной элиты в вузах Украины необходимо большое внимание уделять профессиональной подготовке машиностроителей с использованием всех видов современных образовательных средств [11; 12].

По опыту высокоразвитых государств [14] сквозная подготовка технической элиты должна начинаться с дошкольных учреждений по невзрывной цепочке (рис. 1): дошкольное образование – среднее образование – высшее образование – производство – аспирантура (докторантура) [6].

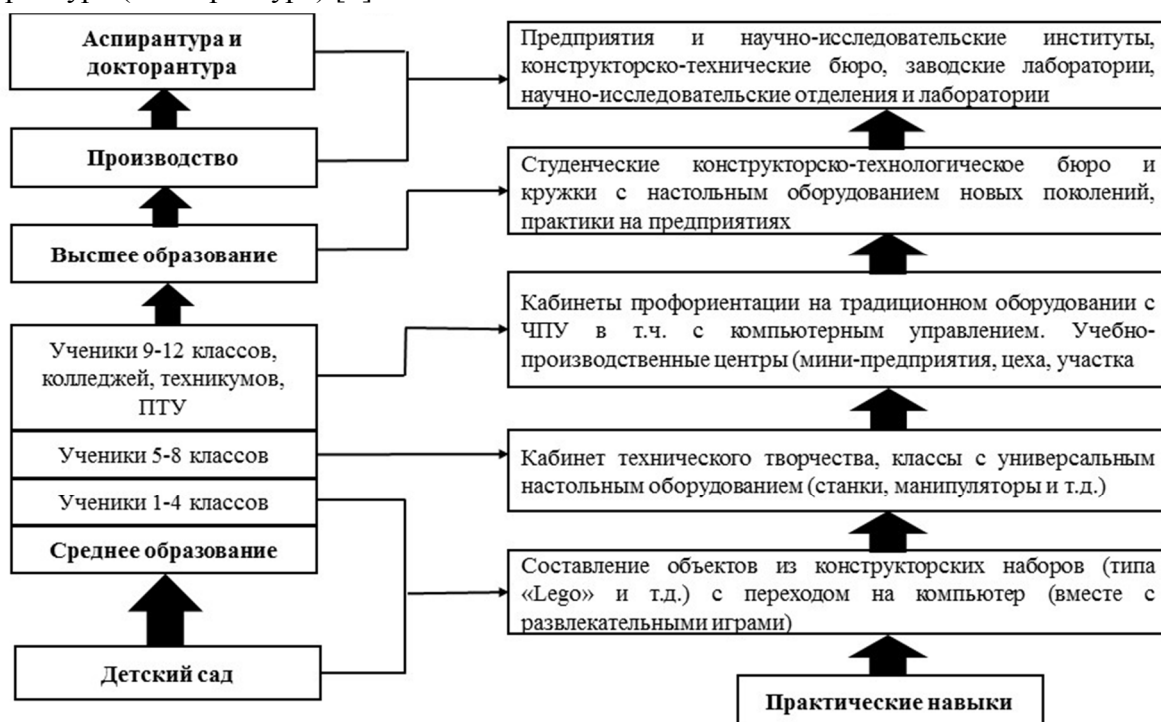


Рис. 1. Модель сквозной подготовки технической интеллектуальной элиты

**Решение проблемы.** Среди образовательных средств в технических вузах должны использоваться: 1) специальное учебное оборудование с компьютерным управлением (настольные станки, роботы, транспортные средства, станочные системы, 3D принтеры и т. п.); 2) информационные технологии в виде 3D модулей технологического, вспомогательного оборудования их узлов и механизмов; 3) виртуальные технологии (компьютерные имитаторы, тренажеры, анимационные ролики по технологическим процессам и станкам с ЧПУ и т. п.); 4) видеоролики с различных отечественных и международных ярмарок, выставок и т. п.

Среди информационных технологий в составе образовательных средств целесообразно использовать: универсальную систему тестирования знаний; системы подготовки и технологического диагностирования управляющих программ и параметров устройств ЧПУ; системы калибровки станка с УПУ; системы мониторинга и диагностики интеллектуальных узлов; комплекты 3D моделей и САПР режущего инструмента, 3D моделей и САПР узлов и механизмов станков и другого технологического и вспомогательного оборудования.

В технических высших учебных заведениях по образцу учебно-исследовательских лабораторий зарубежных фирм FESTO, SIEMENS, DELCAM и др. [11; 12] с участием отечественных учёных, аспирантов, докторантов и подготовленных выпускников средних учебных заведений (см. п. 3), в студенческих конструкторско-технологических бюро и кружках создавать собственные учебно-исследовательские лаборатории по примеру кафедры конструирования станков и машин НТУУ «Киевский политехнический институт» с настольным технологическим оборудованием новых поколений с компьютерным управлением, например, станков, машин, роботов с механизмами параллельной структуры (МПС) (рис. 2) [8; 9; 17].

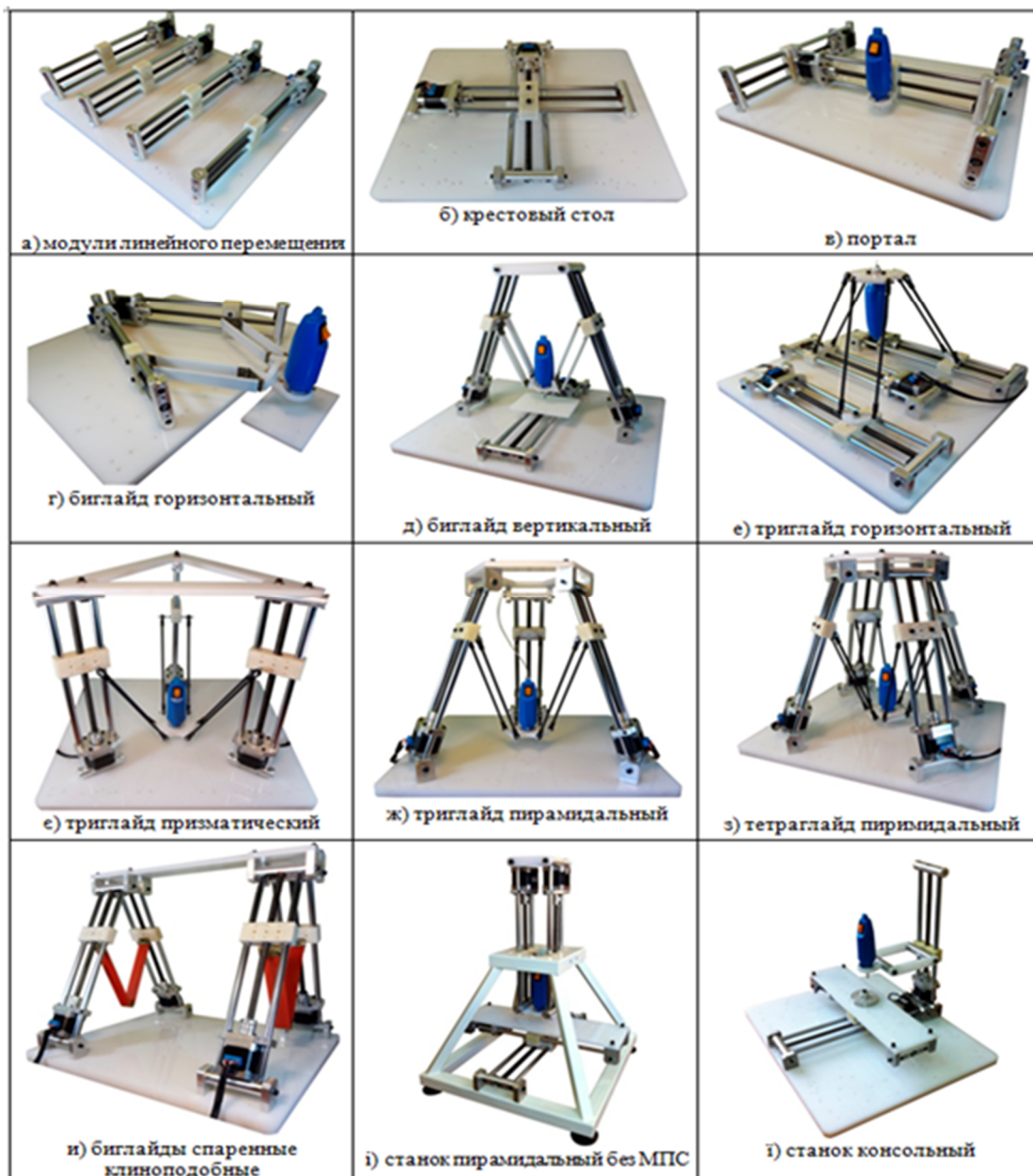


Рис. 2. Предлагаемый минимальный набор настольных станков с компьютерным управлением каркасной компоновки на базе универсального модуля линейных перемещений

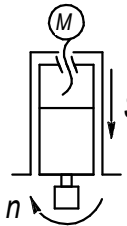
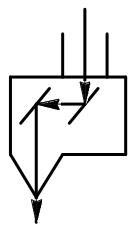
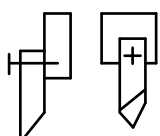
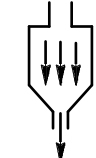
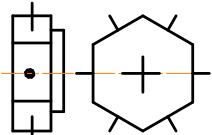

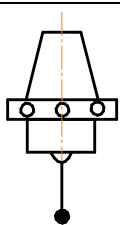
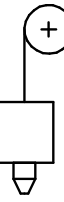
При определенном наборе исполнительных (рабочих) органов можно компоновать настольное технологическое и вспомогательное оборудование различного назначения применительно к конкретной машиностроительной специальности, в том числе с МПС (табл.).

Таблица

Условное обозначение исполнительных (рабочих) органов, расположенных на подвижной платформе технологического оборудования с МПС

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1	2	3	4
Мотор-шпиндель		Плазматрон	

Закінчення табл.

1	2	3	4
Мотор-шпиндель самодействующий с управляемой координатой		Лазерная головка	
Инструмент неврвращающийся (резец)		Резак (гидроструйный, газосварный)	
Многоинструментальная, многопозиционная (револьверная головка)		Сварочная проволока (электрод), свернутая в бунт	
Измерительный щуп		3D-принтер с пластичным материалом – леской, свернутой в бунт	

В набор целесообразно включать 3D-принтеры (рис. 3), построенные с использованием тех же модулей линейных перемещений (рис. 2, а) с обоснованием более эффективного варианта (рис. 3, б), где масса выращиваемого изделия, расположенного на неподвижном столе, не влияет на динамические показатели оборудования по сравнению с распространённым вариантом (рис. 3, а), когда выращиваемый объект находится на подвижных двух координатах (рис. 2, б).

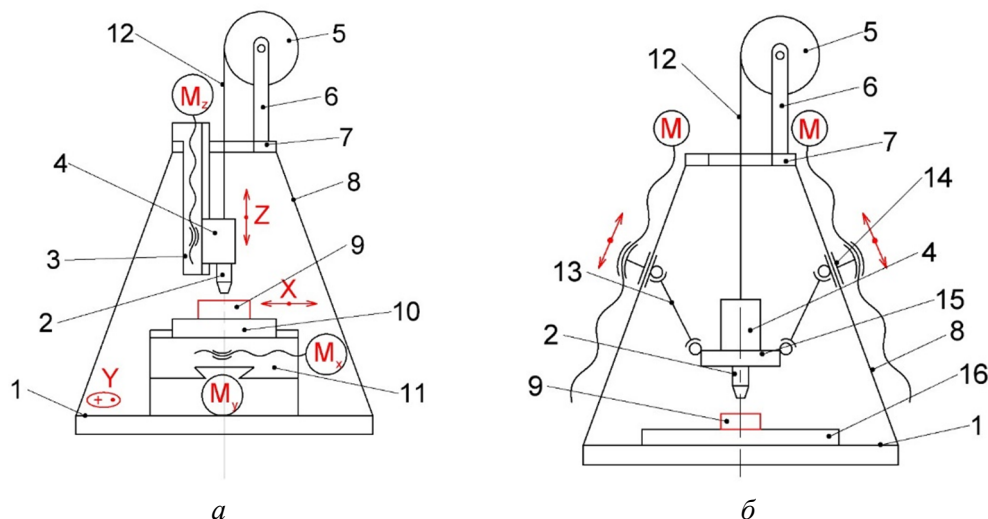


Рис. 3. Схемы 3D-принтеров на базе настольных станков пирамидальной каркасной компоновки традиционными суппортами координатных перемещений (а) и МПС типа триглайд (б): 1 – основа; 2 – насадка печатающей головки; 3, 10, 11 – координатные блоки X, Y, Z; 4 – печатающая головка; 5 – бунт; 6 – стойка; 7 – траверса; 8 – каркас; 9 – выращиваемый объект; 12 – леска; 13 – штанга постоянной длины; 14 – подвижная опора штанги; 15 – подвижная платформа; 16 – неподвижный стол

Учебное оборудование, создаваемое в студенческих конструкторско-технологических бюро и студенческих кружках с дальнейшим изготовлением в учебно-производственных мастерских вузов и на предприятиях, используется в вузах для выполнения лабораторных и практических работ, а также для учебных и научно-исследовательских работ по компоновкам (каркасным и оболочечным) станков нового поколения с системами ЧПУ класса PC-NC, в том числе с МПС [8; 9], по точности, кинематике, динамике, технологической надежности станков, технологических процессов в машиностроении, технологической оснастки, электро-гидро-пневмоприводов, механотроники, систем управления, контроля и регулирования.

Приоритетным среди образовательных средств должна быть сборка из модулей настольного технологического и вспомогательного оборудования с ЧПУ из узлов и механизмов (станки и машины различного назначения с компьютерным управлением 3D-принтеры, работы различных компоновок, гибкие производственные системы, автоматизированные сборочные комплексы, контрольно-измерительные многокоординатные машины, мотор-шпиндели, зажимные устройства, модули линейных и угловых перемещений и т. п.) [1; 13; 18–20].

**Передовой опыт.** Опыт создания образовательных средств связан с новым научным направлением творческого коллектива кафедры конструирования станков и машин НТУУ «КПИ», руководимого автором. Этим коллективом разработаны проекты учебно-исследовательских кабинетов для изучения дисциплины «Технологическое оборудование с параллельной кинематикой» (рис. 4), оборудован кабинет инноватики (рис. 5), изготовлено ряд малогабаритных станков каркасной компоновки на модульном принципе с компьютерным управлением, которые демонстрировались на международных украинских выставках и ярмарках и отмечены наградами.

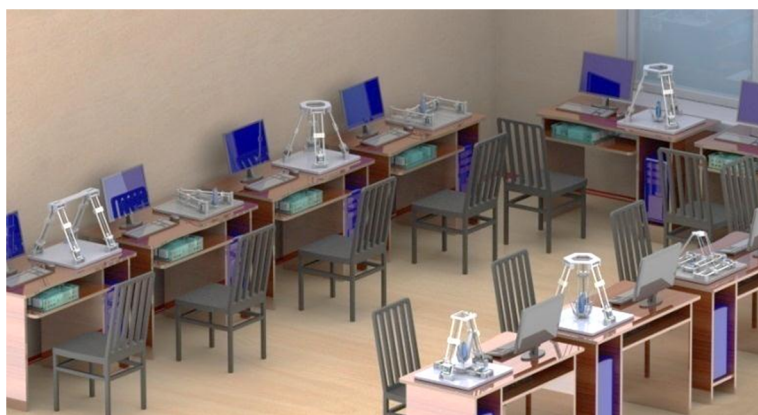


Рис. 4. План учебно-исследовательского кабинета по дисциплине «Технологическое оборудование с параллельной кинематикой»



Рис. 5. Кабинет инноватики – НИЛ НТУУ «КПИ»

В настоящее время разработана и изготовлена пятикоординатно-измерительная машина с МПС (рис. 6) в рамках госбюджетной темы № 2805-п [19]. В основу этой машины заложены патенты Украины № 74716 и 68238.

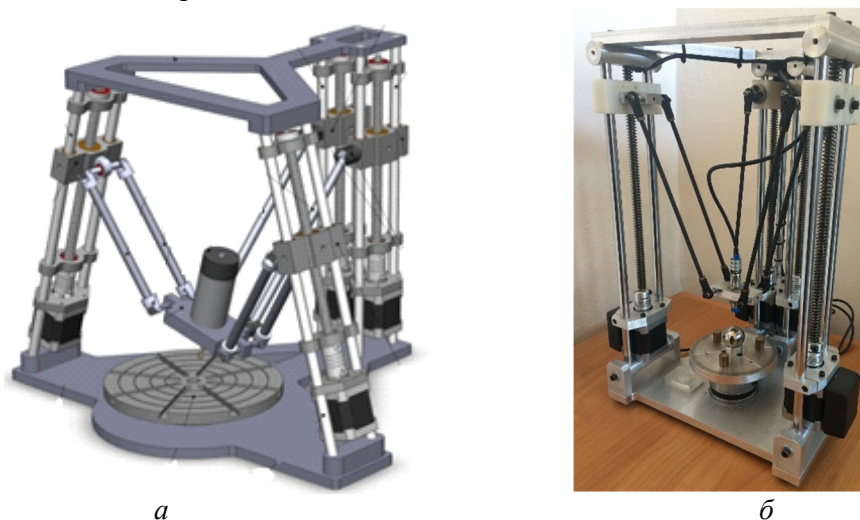


Рис. 6. 3D-модель пятикоординатного фрезерного станка каркасной компоновки (а) и внешний вид координатно-измерительной машины (б) на его базе

В последнее время наблюдается тенденция образования новых научных направлений на основе достижений биологии, психологии, информационных технологий и когнитивных наук [4; 7; 15], которые приобретают статус «междисциплинарных» и к которым относятся генетика, изучающая законы наследственности и структурной изменчивости в природных и антропогенных системах, развивающихся во времени [4; 15; 16; 17].

Используя генетические подходы [18], ученые НТУУ «КПИ» открыли механизм «генетической памяти» в электромеханических [15] и механических [16] объектах и передают свои достижения через креативную форму приобретения знаний. Впервые в механических науках разработаны методы расшифровки генетических программ и созданы первые в мире механические объекты по генетическому коду [7; 8; 16; 18]. Это открывает возможности создавать генетические банки знаний и учитывать не только опыт исторического прошлого, но и предвидеть генетические допустимые структуры будущего [10; 11]. Внедрение таких креативных форм приобретения знаний в высшем техническом образовании существенно сокращает материальные и временные затраты на поисковые исследования и обеспечивает инновационный подход к созданию новых объектов техники. Примером реализации достижений с использованием генетико-морфологического подхода является концепция создания электромеханических систем типа «самодействующий мотор-шпиндель» (рис. 7) по патентам Украины – № 65488, 82880, 104512.

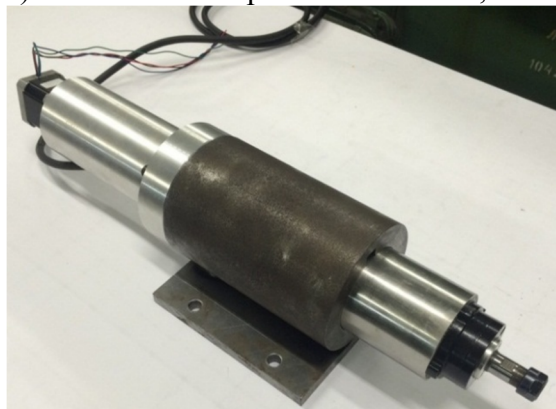


Рис. 7. Модуль «самодействующий мотор-шпиндель» по патенту № 65488

Самодействующие мотор-шпиндели расширяют функциональные возможности станков с ЧПУ, в том числе с МПС (рис.8).

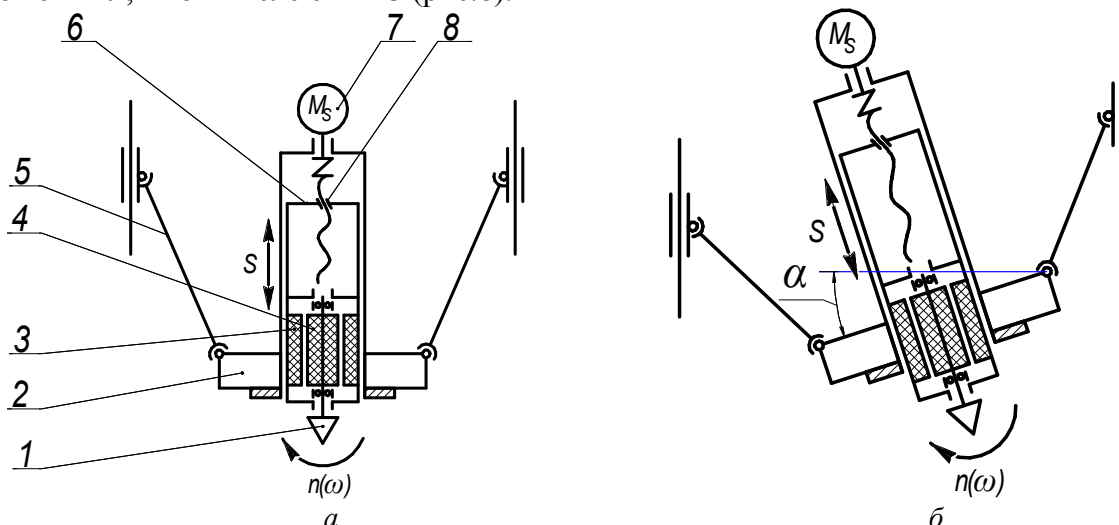


Рис. 8. Пример применения модуля «самодействующий мотор-шпиндель» в станке с механизмом параллельной структуры: а – при работе вертикально и б – под углом  $\alpha$ : 1 – шпиндель; 2 – подвижная платформа; 3 – статор; 4 – ротор; 5 – штанга постоянной длины; 6 – корпус мотор-шпинделя в функции поступательно перемещаемой пинноли; 7 – шаговый электродвигатель подачи; 8 – винтовая передача

**Рекомендации по усовершенствованию учебного процесса.** Сквозная подготовка на современном уровне предусматривает внедрение новых дисциплин в учебных заведениях разного уровня (рис. 9).

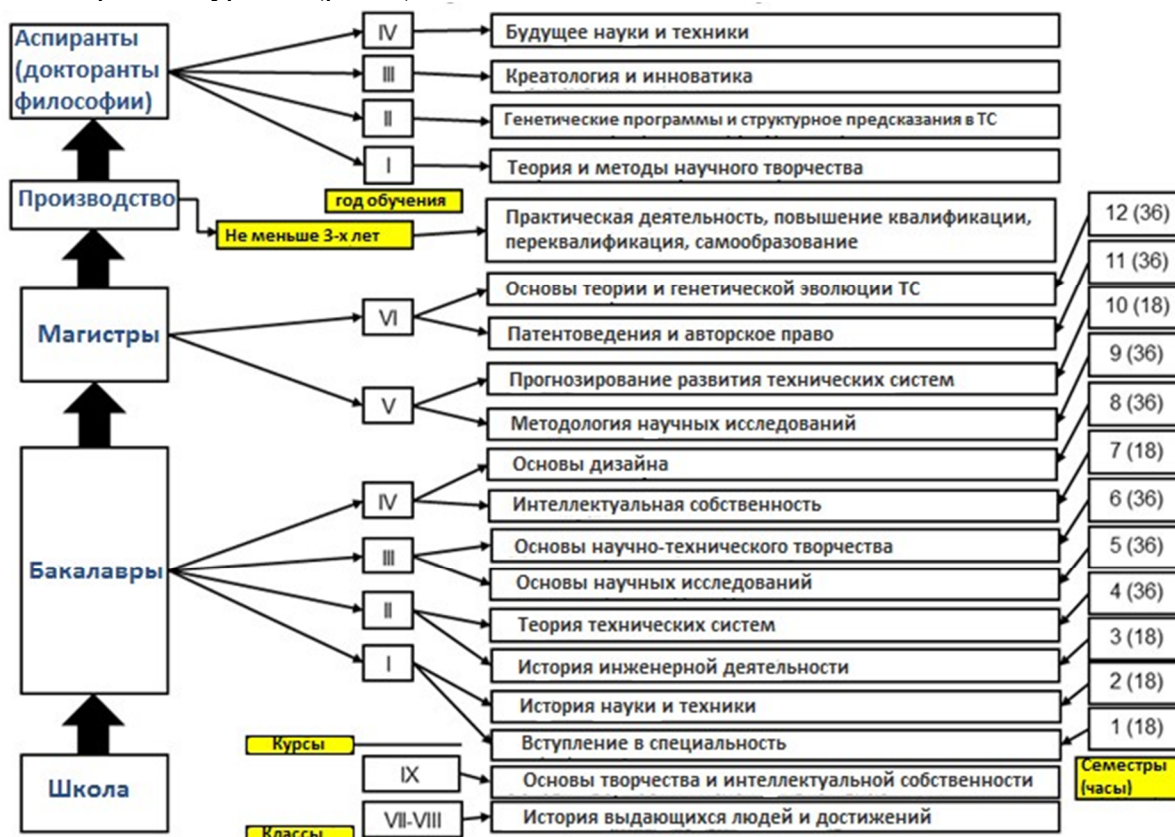


Рис. 9. Минимум дополнительных дисциплин сквозной подготовки технической интеллектуальной элиты в Украине

После получения высшего образования для перехода на более высокие уровни интеллекта, способного реализоваться при создании новой техники и новых технологий, необходимо не менее трех лет поработать на производстве, где возможны как минимум два варианта (рис. 10): параллельный и последовательный. Не исключён и третий вариант – параллельно-последовательный.



Рис. 10. Варианты повышения интеллектуального уровня после получения высшего образования:  
а – параллельно во времени; б – последовательно во времени

**Выводы.** Необходимость уделить больше внимания развитию образования и науки поясняется тем, что это значительно влияет на все аспекты существования и процветания современного общества, ускоряет научно-технический прогресс и экономический рост, обеспечивает успех борьбы с болезнями и расцвет культурной жизни, создает возможности государству быстро и эффективно отзываться на насущные социальные вызовы и потребности.

Использование накопленного опыта на кафедре конструирования станков и машин НТУУ «КПИ» способствует развитию с минимальными затратами как средств подготовки современных кадров, так и непосредственно обеспечивает высокий уровень конкурентоспособности выпускников технических вузов Украины, которые на договорных условиях могут приобрести техническую документацию для изготовления настольного оборудования с ЧПУ с использованием своего потенциального ресурса.

Сегодня **задача науки** – открыть естественную гармонию систем в определенной области знаний и овладеть стратегией научного предвидения для обеспечения своего будущего; **задача образования** – сформировать системный, креативный стиль мышления у студентов, способность творить и решать сложные междисциплинарные задачи в кратчайшие сроки

#### Список использованных источников

1. *Компьютерный обучающий лабораторный стенд «Станок с ЧПУ»* : учебное пособие / П. Г. Мазеин, А. В. Кастерин, Е. А. Рыжов, С. В. Шереметьев. – Челябинск : Изд-во ЧГТУ, 1996. – 135 с.
2. *Кузнецов Ю. М.* Сучасний стан, перспективи розвитку і виробництва металорізальних верстатів в Україні / Ю. М. Кузнецов // Вісті АІНУ. – 2011. – № 1 (44). – С. 3–8.
3. *Кузнецов Ю. М.* Креативний підхід – головний інструмент в інноваційному прориві / Ю. М. Кузнецов // Інтелектуальна власність. – 2011. – № 4. – С. 12–16.



## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

4. *Кузнецов Ю. Н.* Генетический подход – ключ к созданию сложных технических систем / Ю. Н. Кузнецов, В. Ф. Шинкаренко // Технологічні комплекси. – 2013. – Вип. 12 (5, 6). – С. 15–27.
5. *Кузнецов Ю. Н.* Креатология и инноватика – залог успеха в подготовке инженерных и научных кадров / Ю. Н. Кузнецов // Научные известия. International scientific technical conference “Technics. Technologies. Education. Safety – 15” Proceeding, Veliko Tarnovo, 2015. – Vol. 5. – С. 48–51.
6. *Кузнецов Ю. М.* Актуальні проблеми підготовки технічної інтелектуальної еліти в Україні / Ю. М. Кузнецов // Сборник статей НИЦ «Знание» по материалам IX Межд. науч.-практ. конференции «Развитие науки в XXI веке». – X., 2015. – С. 91–95.
7. *Кузнецов Ю. Н.* Эволюционный и генетический синтез технологического оборудования нового поколения / Ю. Н. Кузнецов // Резание и инструмент в технологических системах. – 2015. – Вып. 85. – С. 149–162.
8. *Кузнецов Ю. Н.* Компоновки станков с механизмами параллельной структуры / Ю. Н. Кузнецов, Д. А. Дмитриев, Г. Е. Диневич ; под ред. Ю. Н. Кузнецова. – Херсон : ПП Вишемирский В. С., 2010. – 471 с.
9. *Реалізація концепції каркасних компоновок верстатів з механізмами паралельної структури* / Ю. М. Кузнецов, Д. О. Дмитрієв, В. Б. Фіранський, О. О. Степаненко // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – № 1. – С. 104–111.
10. *Мазеин П. Г.* Виртуальные и реальные тренажеры с компьютерным управлением / П. Г. Мазеин, С. С. Панов, А. А. Беленов // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2010. – № 7. – С. 25–37.
11. *Мазеин П. Г.* Программно-технические комплексы и технологии для подготовки машиностроителей / П. Г. Мазеин, С. С. Панов // VI Международная н/т конф. «Стратегия человечества в промышленности и образовании» (4–11 июня 2010 г., Варна, Болгария, Технический университет). – Варна, 2010. – Т. 2, ч. 1. – С. 45–50.
12. *Мазеин П. Г.* Использование инновационного потенциала университета в области информационных технологий для развития средств подготовки машиностроителей / П. Г. Мазеин, А. А. Савельев // Материалы открытой Всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в России» (18–19.05.2009). – Челябинск, ЮУрГУ.
13. *Панов С. С.* Учебно-исследовательский стенд типа «трипод» с параллельной кинематикой и компьютерным управлением / С. С. Панов, П. Г. Мазеин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1 (3). – С. 724–729.
14. *Тарташвили Т. А.* Система подготовки интеллектуальной элиты в США / Т. А. Тарташвили ; под ред. Ю. Я. Клеко. – М., 1988. – 68 с.
15. *Шинкаренко В. Ф.* Основы теории эволюции электромеханических систем : монография / В. Ф. Шинкаренко. – К. : Наукова думка, 2002. – 288 с.
16. *Шинкаренко В. Ф.* Междисциплинарный подход к моделированию и созданию сложных электромеханических систем на примере мотор-шпинделе / В. Ф. Шинкаренко, Ю. Н. Кузнецов // Матеріали Всеукраїнської конференції «Сучасні технології промислового комплексу». – Херсон : ХНТУ, 2015. – С. 8–13.
17. *Шинкаренко В. Ф.* Генетическое предвидение как системная основа в стратегии управления инновационным развитием технических систем / В. Ф. Шинкаренко // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – 2011. – Вип. 11, т. 4. – С. 3–19.
18. *Kuznetsov Y., Shinkarenko V.* The genetic approach is the key to innovative Synthesis of complicated Technical systems. Journal TU – Plovdiv, Fundaments Sciences and Applications. – 2011. – Vol. 16, (2). – P. 15.33.
19. *Kuznetsov Y.* The operability analysis of spindle-motor hybrid electromechanical systems / Y. Kuznetsov, V. Shinkarenko, Y. Gaidaienko, K. Oleynik // 13-th Anniversary International Scientific Conference “Unitech-13” (21–23 November, 2013). – Gagravo, Bulgaria. – 2013. – Vol. III. – P. 268–272.
20. *Manzhola M., Kuznetsov Y., Stepanenko O.* Kinematic analysis of a multiaxis mailing machine with the mechanism of parallel structures // Technological Complexes. Scientific journal. – 2015. – № 1/1 (11). – P. 18–24.
21. *Shinkarenko V.* Genetic Program of Structural Evolution and Synthesis of Spindle-Motor Hybrid Electromechanical Systems / Shinkarenko V., Kuznetsov Y., Salenko A., Gaidaienko Y.,

Oleynik E., Chencheyaya E. // Journal of the Technical University of Gabrovo. Bulgaria. – 2014. – Vol. 48. – P. 126–134.

**Кузнецов Юрий Николаевич** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры конструирования станков и машин, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

**Кузнецов Юрій Миколайович** – доктор технічних наук, професор кафедри конструювання верстатів та машин, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

**Kuznetsov Iurii** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of chair “Construction of Machine Tools and Other Machines”, National Technical University of Ukraine “Kiev Polytechnical Institute”, (37 Pobeda Av., 03056 Kiev, Ukraine).

**E-mail:** info@zmok.kiev.ua

УДК 621.9

*Михаил Михайлов*

### **ВЛИЯНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ФОРМ СМЕННЫХ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН НА ТОЧНОСТЬ ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО КОРПУСА СБОРНОГО ИНСТРУМЕНТА**

*Міхаїл Міхайла*

### **ВПЛИВ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ І ФОРМ ЗМІННИХ БАГАТОГРАННИХ ПЛАСТИН НА ТОЧНІСТЬ ЇХ РОЗТАШУВАННЯ ЩОДО КОРПУСУ ЗБІРНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

*Mikhail Mikhailau*

### **INFLUENCE OF STATISTICAL PARAMETERS AND FORMS OF REMOVABLE MULTIFACETED PLATES ON THE PRECISION OF THEIR LOCATION RELATIVE TO THE HOUSING MODULAR TOOL**

*Получены формы расчетных площадей касания сменных многогранных пластин с заданными вероятностями по результатам экспериментальных исследований режущих пластин. Приведена методика определения координат точек касания базовых граней сменных многогранных пластин с пазом корпуса инструмента. Раскрыто влияние расположения точек контакта и форм пластин на точность расположения режущих кромок относительно корпуса инструмента.*

**Ключевые слова:** сборный металлорежущий инструмент, сменные многогранные пластины, формы пластин, точность расположения кромок.

*Рис.: 2. Табл.: 2. Библ.: 15.*

*Отримано форми розрахункових площ торкання змінних багатограних пластин із заданими ймовірностями за результатами експериментальних досліджень різальних пластин. Наведено методика визначення координат точок дотику базових граней змінних багатограних пластин з пазом корпусу інструменту. Розкрито вплив розташування точок контакту і форм пластин на точність розташування різальних крайок щодо корпусу інструменту.*

**Ключові слова:** збірний металорізальний інструмент, змінні багатогранні пластини, форми пластин, точність розташування крайок.

*Рис.: 2. Табл.: 2. Бібл.: 15.*

*Get in shape calculation area of tangency of interchangeable polyhedral plates with a given probability In an experimental investigation of the cutting inserts. The design procedure determining the coordinates of points of tangency of base faces of the of interchangeable polyhedral plates with a groove of the tool body. Disclose the effect of arrangement of contact points and the shape of the plate on the accuracy of the location of cutting edges of the tool housing.*

**Key words:** precast metal-cutting tools, changeable cutting inserts, forms of plates, precision of edges arrangement of.

*Fig.: 2. Table.: 2. Bibl.: 15.*

**Постановка проблемы.** Современное машиностроение характеризуется повышением требований к геометрическим параметрам, отражающим качество изготовления поверхностей деталей – точность получаемых размеров, отклонения формы, взаимное расположение поверхностей, их волнистость и шероховатость. При этом необходимо обеспечить не только заданные требования качества поверхности, но и их стабильность, которая зависит от стабильности параметров элементов технологической системы.

Геометрия поверхности детали определяет ее топографию. Математическое описание формирования топографии поверхности механической обработкой затрудняется из-за