

КОНЦЕПЦИЯ АДАПТИВНОЙ ПЛАТФОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

М. Я. АФАНАСЬЕВ, А. А. ГРИБОВСКИЙ

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: griandrey@yandex.ru*

Приведены основные положения концепции адаптивной платформы технологического оборудования ADARTEQ. Сформулирован перечень задач, которые необходимо решить для реализации ADARTEQ. Представлены основные технические характеристики оборудования, которое может быть создано на базе ADARTEQ, приведены примеры его использования, рассмотрены вопросы реализации интеллектуальной системы подготовки данных и управляющих программ. Обоснована возможность применения ADARTEQ на малых инновационных предприятиях.

Ключевые слова: *система автоматизированного проектирования, трехмерная модель изделия, системы с числовым программным управлением, малое инновационное предприятие.*

Адаптивная платформа технологического оборудования (*ADaptive Platform of Technological Equipment, ADARTEQ*) представляет собой программно-аппаратный комплекс, позволяющий создавать различные виды технологического оборудования и средств технологического оснащения [1]. Основа ADARTEQ — универсальное шасси, которое играет роль механизма перемещения рабочих органов (сменных модулей), определяющих тип оборудования.

Универсальное шасси. Конструктивно шасси является координатным столом портального типа [2], его основные особенности:

- 1) низкая себестоимость производства, обусловленная модульностью конструкции и использованием дешевых стандартных комплектующих;
- 2) высокая точность позиционирования, обусловленная наличием датчиков обратной связи и простотой конструкции;
- 3) открытая программно-аппаратная архитектура;
- 4) простота переналадки.

На рис. 1 представлена принципиальная кинематическая схема шасси; здесь 1 — двигатель шаговый, 2 — энкодер инкрементальный, 3 — муфта кулачковая, 4 и 6 — подшипники шариковые радиальные, 5 — подшипник шариковый линейный, 7 — шариково-винтовая передача, 8 — шкив зубчатый, 9 — ремень зубчатый, 10 — направляющая цилиндрическая.

Изначально стол является двухкоординатным, третья координата — для снижения себестоимости шасси и упрощения конструкции — представляет собой отдельный модуль. Для многих типов оборудования, разрабатываемых в рамках концепции ADARTEQ, третья координата не требуется, для некоторых нужна с малым ходом и точностью, и лишь для самых сложных видов оборудования необходима полноценная высокоточная третья

координата. Возможность регулировки портала по высоте (рис. 2) позволяет достичь максимальной точности и жесткости конструкции с сохранением достаточно больших размеров рабочей области.

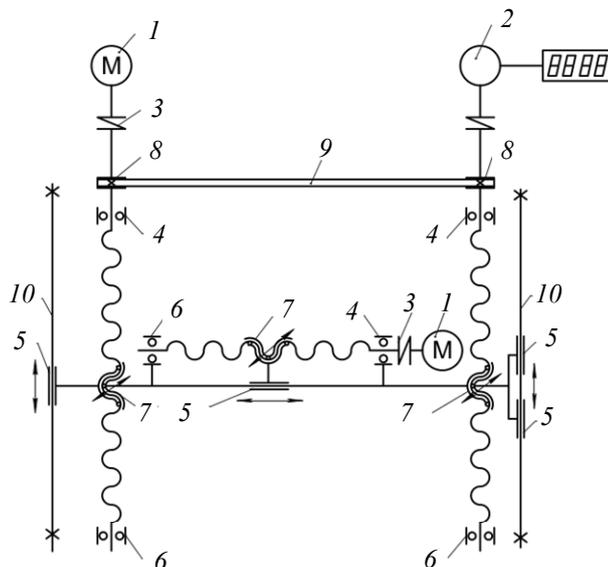


Рис. 1

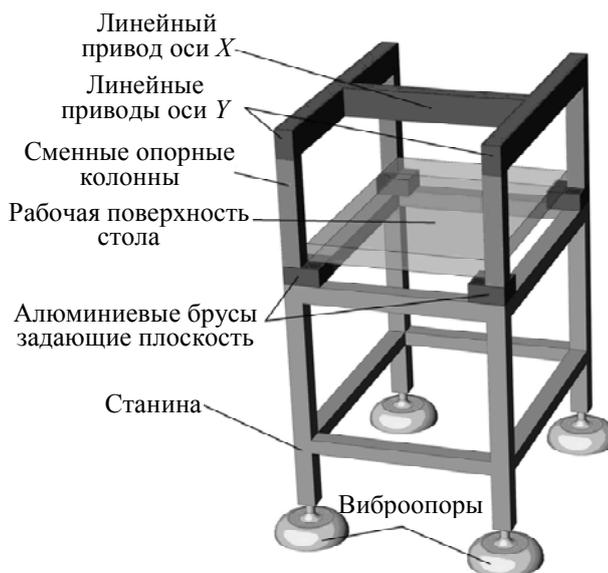


Рис. 2

ADAPTEQ можно представить как совокупность двух неизменных частей (шасси и универсальный модуль управления) и двух изменяемых (рабочий орган и программное обеспечение).

Двумя основными постулатами концепции разработки ADAPTEQ являются *унификация* и *гибридизация* [3—4]. Под унификацией понимается использование открытой программно-аппаратной архитектуры, позволяющей создавать новые типы оборудования и программного обеспечения по принципу „интеллектуального конструктора“.

Унификация достигается за счет представления изделия в виде крупных взаимозаменяемых блоков с четким описанием входных и выходных параметров каждого блока [5].

Первый блок — *шасси*. Для него должны быть четко прописаны габаритные размеры рабочей области, посадочные места для крепления рабочих органов, механические и электрические характеристики приводов.

Второй блок — *универсальный модуль управления*, для которого должны быть стандартизованы:

- электрические соединители, позволяющие подключать к нему шасси и вспомогательные блоки;
- сигналы (протоколы), с помощью которых осуществляется управление;
- внутреннее и внешнее представление управляющей программы;
- параметры и протокол связи с персональным компьютером.

Третий блок — *рабочий орган*, т.е. сопрягаемое с шасси и модулем управления устройство, которое определяет назначение оборудования, для него должны быть стандартизованы:

- максимальные габаритные размеры;
- посадочные места, а также способ сопряжения с модулем управления.

Рабочий орган — наиболее сложная часть всей концепции, поэтому он требует наиболее полного описания и стандартизации. На конструкцию рабочего органа должны быть наложены определенные ограничения [6], позволяющие беспрепятственно интегрировать спроектированный на его основе модуль с шасси и модулем управления. К таким ограничениям можно отнести, например, максимальную массу, напряжение питания, количество используемых шаговых или серводвигателей и их мощность.

Замена рабочего органа позволит создавать с использованием концепции ADAPTEQ следующие виды оборудования: фрезерные станки, граверы, лазерные резаки, 3D-принтеры, контрольно-измерительные машины, машины для установки компонентов на печатную плату, маркировщики, сортировщики, дозаторы химических реактивов, декартовые роботы.

Четвертый блок — *совокупность программного обеспечения*, необходимого для подготовки управляющих программ на языке ISO-7bit [7] и программного обеспечения микроконтроллера универсального модуля управления (т.н. „прошивка“). Подготовка управляющих программ осуществляется с помощью набора программных средств с открытым исходным кодом [8] — TAPS (*Technological Automation Python based System*). TAPS представляет собой интерфейс обмена данными между различными пакетами прикладных программ технологического назначения [9—11]. Унификация программного обеспечения достигается благодаря использованию стандартизованного интерфейса между TAPS и „прошивкой“.

Гибридизация ADAPTEQ обеспечивается унификацией, так как использование унифицированных и сопрягаемых между собой модулей позволяет создавать новые виды оборудования на базе существующих. Например, можно создать аддитивно-субтрактивную установку быстрого прототипирования, сочетающую в себе характеристики 3D-принтера и трехкоординатного фрезерного станка или совместить фрезерную головку для черновой обработки заготовок с лазером с целью полирования определенных поверхностей [12]. Для этого на базе спецификации и путем ограничений перемещений рабочего органа могут быть созданы гибридные фрезерно-печатающие или фрезерно-полирующие головки, а также гибридное программное обеспечение, работающее с одной трехмерной моделью вначале для послойного разбиения, а затем для селективной доработки некоторых поверхностей напечатанного изделия фрезером (лазером).

Область применения ADAPTEQ. В последние годы в России появляется все больше малых инновационных предприятий (МИП) [13], относящихся к одному из видов структуры новаторского типа, которая получила название „стартап“ (*start-up*). Особенностью такого предприятия является нацеленность на производство конкретной продукции. Пока не сформировалось однозначное представление о том, что такое МИП; до сих пор оно определялось как предприятие, разрабатывающее и внедряющее в производство наукоемкие технологии и изделия.

Можно дать следующее определение: *малое инновационное предприятие* — это объединение специалистов, имеющих определенные знания, аппаратные и программные ресурсы

для решения задач подготовки производства или непосредственного производства продукции. Можно выделить три основных типа МИП: инжиниринговые центры; малые производства; FabLab (от *fabrication laboratory* — производственная лаборатория) [14].

Инжиниринговые центры представляют собой организации, оказывающие комплекс коммерческих услуг по подготовке и обеспечению процесса производства и реализации продукции, по обслуживанию и эксплуатации промышленных, инфраструктурных и других объектов.

Инжиниринговые центры формируются на базе тех ресурсов, которые не задействованы в производственном процессе, задействованы не полностью или не предназначены для производства продукции. Таким образом, инжиниринговые центры формируются на базе промышленных предприятий или учебных заведений с подготовленной базой современного оборудования.

„Малое производство“ — это небольшая подрядная организация, не имеющая своей номенклатуры производимых изделий и работающая только с заказами. Основной целью МИП данного типа является выпуск продукции, которая может быть использована как конечным пользователем, так и другими предприятиями при производстве своей продукции.

FabLab — это производственная мастерская коллективного пользования, предоставляющая на коммерческой или безвозмездной основе доступ к различному высокотехнологичному оборудованию [15]. Как правило, FabLab располагает набором средств, позволяющим выпускать различные инновационные продукты, в том числе и мелкими сериями.

Очевидно, что для создания МИП любого из перечисленных типов необходимо большое количество разнообразного, зачастую очень дорогого, технологического оборудования. В то же время задачи, решаемые в рамках МИП, не требуют высокой точности или производительности оборудования, поэтому основной областью применения ADAPTEQ могут стать именно МИП.

Заключение. Предполагается разработка на базе платформы ADAPTEQ трехкоординатного шасси порталной конструкции, универсального модуля управления, модульного программного обеспечения с открытым исходным кодом, а также набора требований для проектирования рабочих органов, определяющих основное назначение оборудования, создаваемого на базе концепции.

Концепция ADAPTEQ позволит малым инновационным предприятиям иметь универсальную платформу, на базе которой они самостоятельно (или с привлечением сторонних специалистов) смогут создавать все необходимое для них оборудование не только для производства готовых изделий, но и для проведения всего комплекса исследований, связанных с этим процессом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 3.1109–82. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий; Введ. 01.01.83. М.: Стандартинформ, 2012. С. 91—92.
2. Pat. N 3783741 US. Program controlled coordinate machine / *Altzschner G.* et al. 1974.
3. *Норенков И. П.* Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. 430 с.
4. *Боровков А. И.* и др. Компьютерный инжиниринг. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 93 с.
5. *Wang Y.* et al. The research of CNC machine appearance design based on evolution theory // IEEE Intern. Conf. on Management of Innovation and Technology (ICMIT). 2010. P. 875—879.
6. *Liang R. Y.* et al. The Design of IPC Chassis Structure Based on CNC System // Advanced Materials Research. 2013. Vol. 819. P. 277—280.

7. ГОСТ 20999-83. Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющих программ. Введ. 28.03.83. М.: Изд-во стандартов, 1983. 28 с.
8. Афанасьев М. Я., Грибовский А. А. Open Source подход к программному обеспечению в приборостроении // Сб. тез. докл. конгресса молодых ученых. Вып. 2. СПб: НИУ ИТМО, 2013. С. 281—282.
9. Лутц М. Программирование на Python. СПб: Символ-Плюс, 2002. 1136 с.
10. Лутц М. Изучаем Python. СПб: Символ-Плюс, 2009. 848 с.
11. Саммерфилд М. Программирование на Python 3. СПб: Символ-Плюс, 2002. 608 с.
12. Афанасьев М. Я., Грибовский А. А. Декомпозиция структуры трехмерных моделей на наборы конструктивных элементов с использованием примитивов // Сб. тез. докл. конф. молодых ученых. Вып. 2. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. С. 281.
13. Валдайцев С. В., Молчанов Н. В., Пецольт К. Малое инновационное предпринимательство. М.: Проспект, 2014. 536 с.
14. Posch I. et al. Introducing the FabLab as interactive exhibition space // Proc. of the 9th Intern. Conf. on Interaction Design and Children. ACM. 2010. P. 254—257.
15. Posch I., Fitzpatrick G. First steps in the FabLab: experiences engaging children // Proc. of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conf. ACM. 2012. P. 497—500.

Сведения об авторах

- Максим Яковлевич Афанасьев** — канд. техн. наук; Университет ИТМО; кафедра технологии приборостроения; E-mail: amax@niuitmo.ru
- Андрей Александрович Грибовский** — канд. техн. наук; Университет ИТМО; кафедра технологии приборостроения; E-mail: griandrey@yandex.ru

Рекомендована кафедрой
технологии приборостроения

Поступила в редакцию
22.10.14 г.

Ссылка для цитирования: Афанасьев М. Я., Грибовский А. А. Концепция адаптивной платформы технологического оборудования // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 4. С. 268—272.

CONCEPT OF ADAPTIVE PLATFORM OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

M. Ya. Afanasiev, A. A. Gribovsky

*ITMO University, 197101, Saint Petersburg, Russia
E-mail: griandrey@yandex.ru*

Principles of the concept of adaptive platform of technological equipment are presented. The problems to be solved to afford implementation of ADAPTEQ are formulated. Main technical characteristics of equipment to be designed on the base of ADAPTEQ are considered, the problems of realization of the intellectual system of data preparation for universal equipment with numerical control are described.

Keywords: computer-aided design, three-dimensional model of the product, CNC.

Data on authors

- Maxim Ya. Afanasiev** — PhD; ITMO University; Department of Instrumentation Technology, E-mail: amax@niuitmo.ru
- Andrey A. Gribovsky** — PhD; ITMO University; Department of Instrumentation Technology, E-mail: griandrey@yandex.ru

Reference for citation: Afanasiev M. Ya., Gribovsky A. A. Concept of adaptive platform of technological equipment // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Priborostroyeniye. 2015. Vol. 58, N 4. P. 268—272 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-4-268-272