

УДК 621.923.91

DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/2521-1943.2017.81.116135>

Основные требования к научно – исследовательским работам на фоне вызовов “Индустрия – 4.0” и анализ проводимых работ в деле улучшения состояния материально – технической базы и повышения уровня подготовки молодых инженерных кадров*

Р.С. Турманидзе • Г.З. Попхадзе

Грузинский технический университет (ГТУ), Тбилиси, Грузия

Received: 29 June 2017 / Accepted: 3 November 2017

Аннотация. Работа анализирует теоретические и практические результаты, полученные после каждой из первых трех мировых научно-технических революций, оценивает их роль в развитии человечества и повышении уровня промышленности в разных секторах экономики. Более подробно обсуждается ситуация на пороге четвертой научно-технической революции «Индустрия-4.0». Решающим фактором является ускорение этих процессов, уровень подготовки молодых инженерных кадров, некоторые идеи и решение этих проблем на примере Грузинского технического университета.

Ключевые слова: научно-техническая революция, «промышленность-4», молодые профессионалы, материальные ресурсы, методы обучения и оценка обучения, компьютерное проектирование, компьютерное производство, автоматизированное управление, процессы дистанционного управления.

В начале XXI века весь мир находится на рубеже четвертой научно – технической революции, которая фундаментально должна изменить стиль и уровень мышления т.е. правила жизни каждого человека и особенно молодого поколения во всех странах мира. Это обусловлено тем, что, по утверждению многих ученых и авторов широкопрофильных исследований по изучению состояния необходимых условий для обеспечения достойной встречи таких крупных реформ, предстоящее изменение оценивается как самое комплексное и масштабное в истории всего человечества. Оно будет проходить под сокращенным названием “ИНДУСТРИЯ – 4.0” [1].

В период первой индустриальной революции, которая продолжалась более двух веков, для механизации отдельных операций в промышленности были использованы вода и пар. В результате второй революции на основе применения электроэнергии были созданы массовые производства многих изделий по разным направлениям народного хозяйства. Во время третьей революции с помощью применения электронных и информационных технологий производственные процессы стали автоматизированными. А сейчас, на основе результатов третьей революции, развивается четвертая революция, которая опирается на цифровые технологии, разработка которых была начата еще во второй половине прошлого века. Она подразумевает слияние нескольких современных технологий и исчезновение всяких границ между физической, цифровой и биологической сферами, т.е. создание кибер – физических систем [2 - 5].

Результаты первых трех революций были общие и применимы для всех стран, для каждого предприятия и, практически, для каждого человека. Однако, процесс развития 4 – ой революции и степень последовательного использования результатов ее отдельных этапов на практике будет иметь своеобразный характер для разных отраслей промышленности. Конечно, основные принципы будут общие, но, поскольку каждая конкретная отрасль имеет свои специальные многооперационные и многопараметрические технологии, для их реализации и управления нужны будут специальные знания и индивидуальный подход.

Неоспоримо, что в этой непростой, но очень интересной ситуации в деле обеспечения высокого уровня и темпов реализации основных этапов “ИНДУСТРИЯ – 4.0” самым определяющим фактором является качество подготовки молодых специалистов и особенно инженерных кадров в каждой стране и в каждом университете, где народ настроен на активное участие в процессах ускоренного изменения человеческого мышления такого мирового масштаба [6 - 10].

* - editorial invited article [на замовлення редакції]

Несмотря на то, что Грузия маленькая страна, в последние годы существования Советского Союза, на ее территориях интенсивно развивались такие мощные предприятия, как авиационный завод, два станкостроительных завода по выпуску универсально – токарных и шлифовальных станков, инструментальный завод, автомобильный завод, краностроительный завод, металлургический комбинат и завод ферросплавов, завод стиральных машин, завод автокаров, электровозостроительный завод, вагоностроительный завод, крупный текстильный комбинат, несколько механических заводов для разных отраслей, завод электронно-вычислительной техники, широкопрофильный горнообогатительный комбинат для получения разных чистых металлов, химический комбинат, хлопчатобумажные комбинаты, завод малогабаритных тракторов и многие другие. Большинство из этих предприятий работали в три смены и развивались непрерывно. К большому сожалению, на сегодняшний день, не одно из этих предприятий не работает на полную мощность, а некоторые из них практически остановились. Однако, в последнее время правительство Грузии принимает решительные меры для восстановления существующих и создания новых предприятий разного профиля, используя достижения современных технологий ведущих стран мира. Целесообразность этих решений подкрепляется еще и тем, что в Грузии для многих предприятий имеется местное сырье и пока еще существуют квалифицированные кадры, что сильно влияет на рентабельность любого производства.

Учитывая перспективные процессы возрождения промышленности Грузии и вызовы научно-технической революции «Индустрия-4.0», перед руководством Грузинского технического университета, который является одним из крупных широкопрофильных технических учебных заведений в Европе и ведущим на Кавказе, поставлены сложные задачи. Наш университет имеет большие традиции по воспитанию молодых кадров практически по всем инженерным направлениям. Однако, следует объективно отметить, что уровень подготовки, выпускаемых на сегодняшний день специалистов, также, как и во многих технических университетах, требует значительного повышения. В связи с этим осуществляется фундаментальная реформа учебного процесса в соответствии с Болонским процессом и обеспечивается мобильность студентов в случае продолжения учебы в университетах других стран Мира. Для этого создаются укрупненные современные учебные программы по разным специальностям на основе опыта ведущих университетов.

В данный момент ко всему этому добавляются еще и новые задачи, связанные с ускорением процессов развития технической революции на фоне вызовов «Индустрия-4.0».

С этой целью по нашей специальности «Инженерия механики и производственные технологии» уже предприняты определенные меры по созданию необходимой материально-технической базы, совершенствованию учебно-методической литературы, по повышению качества лекций, лабораторных и практических занятий, методик оценки знаний студентов, структуры самой учебной программы, степени соответствия всей необходимой документации международным стандартам и др.

Считаем, что молодой специалист, получивший образование по нашей учебной программе, будет соответствовать современным требованиям только в том случае, если он сумеет квалифицированно выполнять следующие основные работы:

- компьютерное проектирование узлов и деталей механического агрегата или целого изделия любой сложности для всех направлений народного хозяйства на основе самостоятельно проведенных необходимых расчетов;
- разработка оптимальных технологических процессов изготовления деталей производимого изделия и составление необходимых программ для их обработки на станках с числовым программным управлением современного уровня;
- умение выбора и пользования измерительной техникой, приборами и многопараметрическими микроскопами с программным управлением для активного и пассивного контроля размеров обрабатываемых деталей;
- способность установления обратной связи между процессами компьютерного проектирования и компьютерного производства («CAD-CAM» системы);
- обнаружение первоначальных ошибок в проектной документации деталей или в программах их изготовления, а также несоответствие текущих отдельных размеров изготавливаемых деталей проектной документации, которые вызваны износом режущего инструмента или возникшими неполадками в технологических системах после определенного времени работы;
- умение исправлять неполадки в «CAD-CAM» системе, т.е. исправлять размеры на рабочих чертежах и корректировать программы обработки. В необходимых случаях осуществление таких многоступенчатых изменений в технологической цепи обработки деталей, которые в конечном итоге обеспечат выполнение требований чертежей [11 - 15].

Для обеспечения указанных пунктов специалист или группа специалистов, которые осуществляют процессы проектирования, изготовления, сборки и испытания изделия, должны обеспечивать такие прямые и обратные связи между отдельными этапами всего процесса производства продукции, чтобы было достигнуто гарантированное обеспечение тех требований, которые заложены в технической документации.

Наши студенты уже имеют возможность в стенах университета принимать активное участие в перечисленных действиях. Для этого нами уже приобретена новая техника и специальное оборудование:

- новейший компьютерный класс и аппаратура для автоматизированной аудитории, электронная доска, необходимая аудиотехника, печатающая и множительная техника черно-белого и цветного изображения (рис. 1);

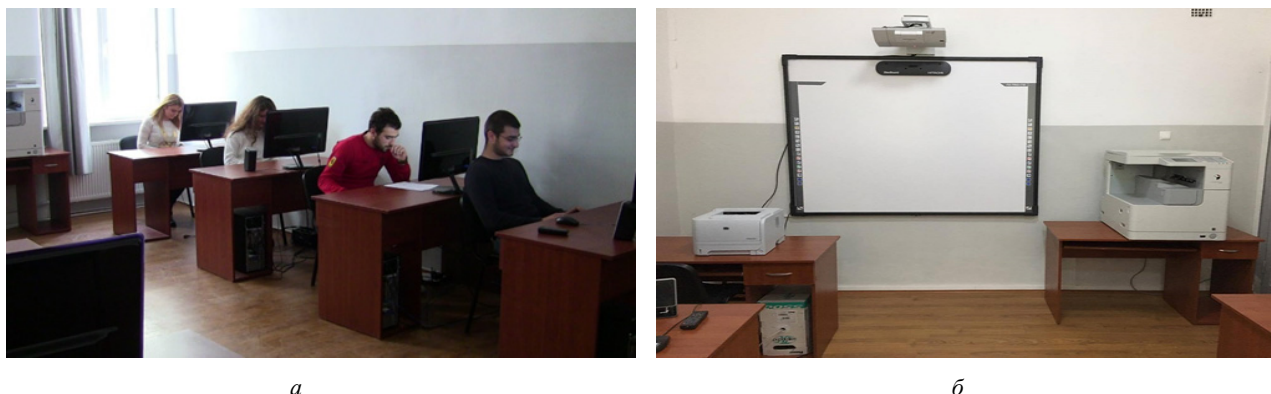


Рис. 1. Компьютерный класс – а. Автоматизированная аудитория – б

- метрологическая лаборатория (рис. 2), где можно производить измерения геометрических размеров деталей машиностроительного производства средних и малых размеров любой формы и точности. В том числе три микроскопа с программным управлением и возможностью измерения восьми основных параметров детали, определением их соответствия пределам допусков, предусмотренных рабочими чертежами. В случае обнаружения нарушений соответствующая информация передается в технологическую систему для осуществления необходимой корректировки;
- робот средних размеров производства немецкой фирмы «Bosch» с возможностью выполнения всех необходимых манипуляций для передачи детали с одной позиции на следующую. Его можно использовать также для сборки разных узлов без вмешательства человека (рис. 3);
- высокопроизводительный электроэрозионный станок с программным управлением для получения объемных деталей сложного профиля (рис. 4);
- токарно-фрезерный станок с программным управлением для выполнения комбинированных операций при обработке фасонных поверхностей. Станок был разработан в нашем университете на базе Советской системы электроники NC – 31 и документация была передана для организации производства на Тбилисский механический завод. Станки покупали технические университеты и профессиональные технические училища разного направления для проведения лабораторных работ. В этом году система управления была модернизирована путем перевода на современную компьютерную основу (рис. 5) [16, 17];
- станки импортного производства разного назначения: горизонтально-фрезерный, универсально-токарный, универсально-шлифовальный со специальным приспособлением, кругло-шлифовальный с многопозиционным приспособлением, оптико-шлифовальный, универсально-заточной станок, оснащенный специальной шлифовальной головкой и приспособлением с индивидуальным приводом для исследования процессов шлифования и доводки круглых и плоских поверхностей прецизионных деталей (рис. 6) и многое другое для выполнения отдельных технологических операций;
- настольный сверлильно-фрезерный станок с программным управлением мод. AI640prof1 немецкого производства (рис. 7) для испытания, изготовленных в лабораторных условиях, микроинструментов самого различного назначения, а также разных конфигураций и геометрий (рис. 8, рис.9, рис.10).

Кроме представленного оборудования, в лабораториях нашего Департамента имеется большое количество разнообразной техники, с помощью которой разрабатываются и исследуются новые эффективные технологические процессы и оснастка для изготовления прецизионных деталей разных современных изделий [18, 19].

Мы не утверждаем, что используемые нами компьютерная техника и технологическое оборудование являются новейшим поколением. Однако, имеющиеся у нас оборудование полностью обеспечивает выполнение учебных программ.

Студенты могут также освоить практические навыки, которые нужны для выполнения указанных пунктов в перечне оценки уровня подготовки молодых специалистов.

По мере появления новых поколений компьютеров, микроскопов, измерительной техники, станков с программным управлением и другого технологического оборудования производится постепенное обновление существующей материально – технической базы.



a

b

Рис. 2. Часть метрологической лаборатории-а. Инструментальный микроскоп с программным управлением-б



a

b

Рис. 3. Робот средних размеров мод. SR800 производства Немецкой фирмы «BOSCH» -а и процесс сборки простого узла-б



Рис. 4. Электроэрозионный специальный станок с программным управлением

Для того, чтобы имеющаяся техника постоянно находилась в рабочем состоянии и давала возможность выполнять учебный процесс на должном уровне необходимы еще и высококвалифицированные преподаватели и технический персонал с достаточным практическим опытом.

Наши воспитанники еще во время учебы принимают непосредственное участие в международных проектах и других научно-исследовательских работах проводимых в университете. После окончания учебы особо отличившихся приглашаем на работу в университете. Однако, достигая высокого уровня теоретических знаний и практических навыков быстро находят высокооплачиваемую работу на лучших условиях, и мы их часто теряем. С одной стороны очень приятно, что в наших специалистах имеется большой спрос во многих организациях, но при этом периодически приходится искать и воспитывать других одаренных студентов. Из-за того, что в настоящее время университетская зарплата весьма низкая во всей пост Советской пространстве, этот цикл повторяется часто и если учесть еще и постоянное падение интереса хорошо подготовленной молодежи к техническим специальностям, его осуществление становится все время труднее и труднее. Однако, есть большая надежда, что после окончания происходящей реформы всей образовательной системы в стране ситуация скоро улучшится.



Рис. 5. Токарно-фрезерный станок с программным управлением



a



b



e



c



d



f

Рис. 6. Станки импортного производства различного назначения: горизонтально-фрезерный - а, универсально-токарный-б, универсально шлифовальный со специальным приспособлением-с, кругло-шлифовальный с многопозиционным приспособлением-d, оптико-шлифовальный-е, универсально-заточной –f

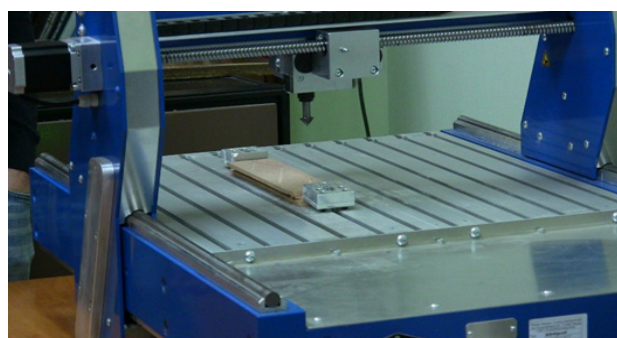


Рис. 7. Сверлильно-фрезерный станок

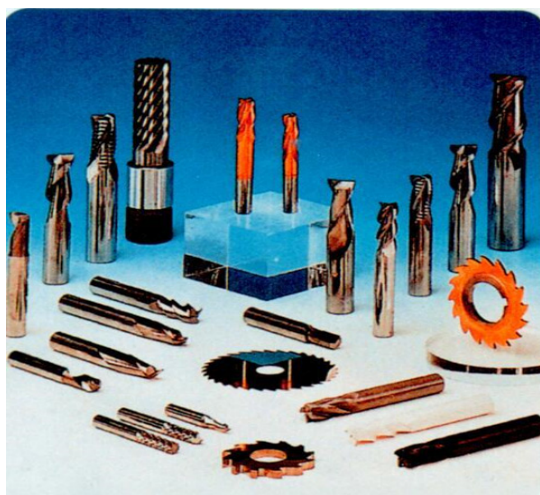


Рис. 8. Режущие инструменты различного назначения

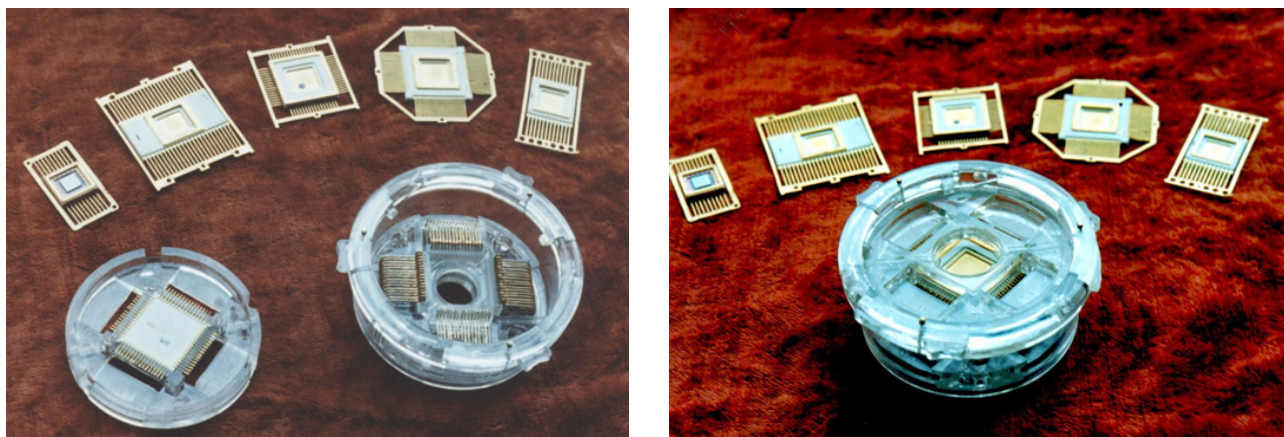


Рис. 9. Прецизионные детали и приспособления для производства изделий микроэлектроники

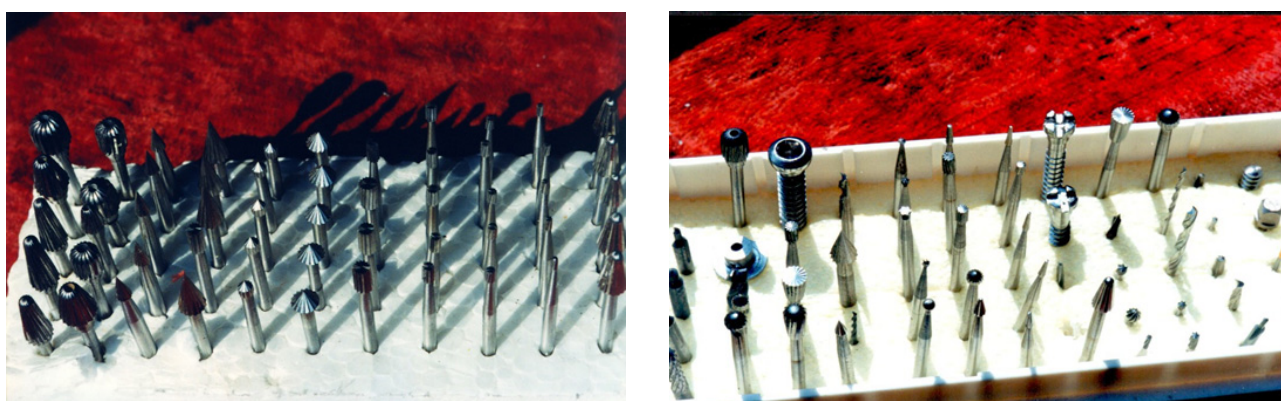


Рис. 10. Микроинструменты для прецизионного машиностроения, приборостроения и микроэлектронной промышленности

Следует отметить, что в процессах закрепления талантливых молодых кадров в университете и обновления материально-технической базы нам всегда сильно помогает выполнение международных проектов совместно с нашими иностранными коллегами. Поэтому мы постоянно стараемся расширить международные контакты и, тем самым, повысить вероятность участия в крупных международных проектах. Считаем, что для грузинских ученых одним из сильно способствующих факторов в этих процессах будет вступление нашей страны в Евросоюз, что, по информации европейских экспертов, должно произойти в ближайшее время.

Основні вимоги до науково - дослідницьких робіт на фоні викликів "Індустрія - 4.0" та аналіз проведених робіт у галузі поліпшення стану матеріально-технічної бази та підвищення рівня підготовки молодих інженерних кадрів

Р.С. Турманідзе, Г.З. Попхадзе

Анотація. Робота аналізує теоретичні та практичні результати, отримані після кожної з перших трьох світових науково - технічних революцій, оцінює їхню роль у розвитку людства та підвищення рівня промисловості в різних галузях економіки. Детальніше обговорюється ситуація на порозі четвертої науково-технічної революції "Індустрія-4.0". Це підтверджено важливим прискоренням цих процесів, рівнем підготовки молодих інженерних кадрів, деякими ідеями та вирішенням цих проблем на прикладі Грузинського технічного університету.

Ключові слова: науково-технічна революція, "Індустрія-4.0", молодий фахівець, матеріальні ресурси, методи навчання та оцінка навчання, комп'ютерне проектування, комп'ютерне виробництво, автоматизоване управління, процеси дистанційного керування.

The main requirements for research work against the challenges of "Industry - 4.0" and the analysis of ongoing work in improving the state of the material and technical base and improving the level of training of young engineers

R. Turmanidze, G. Popkhadze

Abstract. The work analyzes theoretical and practical results obtained after each of the first three world scientific - technical revolution, appreciated their role in the development of humanity, and improve the level of industry in different sectors of the economy. More discussed in detail situation on the threshold of the fourth scientific - technical revolution "industry-4". It is proved crucial in accelerating these processes, the level of training of young engineering staff and suggestions, some ideas and solutions to these problems on the example of the Georgian Technical University.

Keywords: scientific - technological revolution, "industry-4", a young professional, material resources, teaching methods and assessment of training, computer designing, computer manufacture, automated control, Remote control processes.

References

1. Snova peremeny. Kak vygljadit Industrija 4.0? available at: <http://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoljuciya.html>
2. Vsjo nachalos' s kolesa. Dvigajas' s pomoshh'ju para. available at: <http://www.bibliotekar.ru/encAuto/5.htm>
3. Pervye jeksperimenty s jelektrodvigateljami. available at: <http://engineering-solutions.ru/motorcontrol/history/>
4. Istorija sozdanija i razvitija jelektrodvigatelja. Available at: http://ecoconceptcars.ru/2011/01/blog-post_10.html
5. Istorija sozdanija mobil'nogo telefona. Available at: <http://mobileleader.ru/interesnye-fakty/23-istoriya-sozdaniya-mobilnogo-telefona.html>
6. Chto takoe internet? Istorija i jetapy razvitija. Available at: <http://moolkin.ru/chto-takoe-internet-istoriya-i-etapy-razvitiya>
7. Zujevs, A., Osadcuks, V. and Ahrendt, P. (2015), "Trends in robotic Sensor Technologies for Fruit Harvesting: 2010-2015, *Procedia Computer Science*, Vol. 77, pp. 227-233, DOI.org/10.1016/j.procs.2015.12.378.
8. Alben, S., Madden, P.G. and Lauder, G.V. (2007), "The mechanics of active fin-shape control in ray-finned fishes," *Journal of the Royal Society Interface*, Vol. 4, no.13, pp. 243-256, DOI: 10.1098/rsif.2006.0181.
9. Craig, J.J. (2005), *Introduction to Robotics: Mechanics and Control (Third Edition)*, pearson Education, USA.
10. Ivan, A. (2011), "Research regarding optimization of industrial robots for machining applications", Doctoral Thesis, Universiti "Politehnica" of Bucharest.
11. Jha, A.K., Dewangan, P. and Sarangi, M. (2016), "Model updating of rotor systems by using Nonlinear least square optimization", *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 373, pp. 251-262, DOI: 10.1016/j.jsv.2015.12.039.
12. Cao, H., Niu, L. and He, Z. (2012), "Method for Vibration Response Simulation and Sensor Placement Optimization of a Machine Tool Spindle System with a Bearing Defect", *Sensors*, vol. 12, pp. 8732-8745, DOI:10.3390/s120708732.
13. Genta, G. (2005), *Dynamics of Rotating Systems*, Springer, NY.
14. Jang, B., Auburn University (2003), *Nanotube fiber reinforced composite materials and method of producing fiber fiber reinforced composites*, 23 Dec.
15. Eventoff, F.N. (1982), Electronic pressure sensitive transducer apparatus, United States of America, Patent US 2 Feb.