

## Предизвикателства пред инженерното образование през XXI век

Димитър Димитров, Юлиан Младенов, Виктория Карачорова

*Challenges facing the engineering education in XXI century: The applied nature of mechanical engineering lies in the fact that it is closely related to material production. On the other hand, the process of material production, is based on the impact of the tools on the subject of labor. The fundamental knowledge to a machine engineer, who should be reliable employee in the company, is considered. Some research of leading Bulgarian institutions regarding modern requirements for mechanical engineers are also given.*

**Key words:** Mechanical Engineer, fundamental knowledge, skills, competencies, bachelor

### ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременните динамични индустриални отношения между фирмите и висшите технически училища стои задачата да подготвят студентите за определена професия, но и да създадат у тях по-широк избор на приложение на своите знания. Постъпвайки на работа в дадена организация (където се произвежда „нещо“) младият специалист трябва да може да работи по своята специалност не само „de jure“, но и „de facto“. Това може да се получи само ако са налице редица условия и положителни резултати при осъществяване на обучението, при което обучаваният трябва да натрупа определени знания, умения и компетенции. Едно от тези условия е студентите да изучават такива обекти в своето обучение, които имат актуално приложение в индустрията.

### СЪВРЕМЕНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ МАШИНИЯ ИНЖЕНЕР ПРЕЗ XXI ВЕК

Машинното инженерно образование е елемент на приложните науки и като такъв заема важно място в прогреса на човешката цивилизация, особено през последните два века. При това новаторството и удовлетворяването на настоящите потребности са били, са и ще бъдат винаги в причинно-следствена връзка, но и с непрекъснато разменящи се места в тази връзка и цели. Днес се счита, че целта на висшето машинно инженерно образование трябва да е насочена към това да подготвя успешната реализация на дипломираните инженери и да им дава по възможност тази реализация да е многовариантна. Като резултат от направени от Българска стопанска камара изследвания и анализи [2,3,4] в България са дефинирани т.нар. ключови длъжности, които имат първостепенно значение за функционирането на една средна по големина или по-голяма машиностроителна фирма. Това са инженер – конструктор, инженер – технолог, настройчик - оператор на машини с CNC управление, контролър по качеството и инженер - мениджър. Тези констатации могат да бъдат основание за формулиране на групата от т.нар. основни знания на машинния инженер, които да се посочат като едно от необходимите условия за тяхната бъдеща успешна реализация.

Приложният характер на машинното инженерство се изразява с това, че то е обвързано с материалното производство. Процесът на материалното производство, от своя страна, е основан, като е известно, на въздействието на оръдията на труда върху предмета на труда. В случая най-често оръдията на труда са различните видове съоръжения, машини и екипировка (инструменти), които се използват при обработване на предмета на труда, т.е. на детайлите в различните видове машиностроителна индустрия.

Превръщането им в обект на изучаване позволява подготовката на специалистите да придобие „всепроникваща“ роля в по-широка област на тяхното приложение. Използването на инженерните знания и умения позволява да се решават различни по обем простота и разбира се по сложност производствени задачи. Това обуславя мястото им в структурата на съвременното производство.

От една страна, технологията на изработване на изделията (*първият „кит“* на инженера от двадесет и първия век) става се рализира (осъществява) чрез използване на различни видове инструменти, които органически влизат в технологичния процес като необходими компоненти. Те имат определящо значение както върху качеството на получаваните чрез обработване повърхнини, така и върху себестойността и производителността на процеса обработване. От друга страна, инструментът сам представлява изделие, изработван често по водеща и специална технология, която има много нюанси и „подводни камъни“. За това използването на инструментите в качеството им на обект на изучава-не, е една възможност за усвояването на най-добрите частни, специални и типови технологии за изработване или възстановяването им [1,7], използвани както в специализираните инструментални, така и в предприятия с общо машиностроене, т.е чрез един същ обект на изучаване става възможно да се осъществи многостранна технологична подготовка на обучаваните студенти (фиг.1).



Фиг.1. Знания на инженера в съвременното машиностроително производство

*Вторият „кит“* на съвременния висш специалист по обработване на материалите чрез механично обработване е неговата конструктивна подготовка. Изучаването на приспособленията, технологичната екипировка и инструментите, тяхната конструкция и приложение, тяхното проектиране, а така също технологията за тяхното изработване стават основание и предпоставка за изучаване на използваното оборудване (металорежещи машини) и приспособления, в които се установяват те в качеството им на обработван детайл.

В същото време е необходимо да се отбележи, че съвременният металорежещ инструмент е квинтесенция (най-важната) на конструкторската мисъл, съчетавайки в себе си често такива несъвместими качества като: компактност на конструкцията, якост, твърдост, лесно сглобяване и обслужване, надеждност, ниска себестойност, висока точност, голяма трайност и други качества.

*Третият „кит“* е организационно-техническата и икономическа подготовка. Тя позволява на инженерите да създадат умения за подготовка на производството, умения ефективно да използват наличното технологично оборудване и екипировка, умения да планират необходимостта от потребности на производството, т.е. тези умения, които позволяват да се направи производството по-ефективно .

Наличието на четвърти „кит“ се обяснява с необходимостта от неговото посредничество при осигуряване на организацията и управлението на качеството и надеждността както на материалното производство, така и на всички дейности, подчинени на първите три кита.

Инструментът като обект на познание има своите отличителни особености. Това се заключава в обстоятелството, че той е елемент на технологичния процес, който позволява без големи предварителни разходи силно да повлияе на ефективността на производството. Въпреки че стойността на инструмента е около 2,5% от себестойността на продукцията, за сметка на това пък дори минимални негови промени може да се окажат достатъчни за да се снижи с много проценти себестойността на произвежданите изделия. Това може да се дължи на получената в резултат на неговата увеличена трайност, надеждност, точност, а така също на новия вид на инструменталното обслужване, планирането и отчитане на други организационни мероприятия.

Знанията в тези основни направления имат както обща връзка и основа, спрямо която те са надградени, така и свои разклонения. И разбира се, тези четири кита не висят във въздуха. За да бъдат те стабилни им е нужна също такава стабилна опора, каквато са т.нар. фундаментални знания.

Напоследък все повече се налага мнението, че качественият машинен инженер освен фундаментални, основни, допълнителни и др. теоретични и фактологични знания трябва да притежава и съответните практически умения и специфични компетенции. Необходимостта от осигуряване на повече възможности за реализация на работната сила в рамките на Европейския съюз поставя въпроса за формулиране на общи критерии за определяне и оценка на тези знания, умения и компетенции. От 2012г. с РМС №96 от 02.02.2012г. в България е въведена в действие Национална квалификационна рамка (НКР)[8], която е адаптирана форма на одобрената и приета от Европейския парламент и Съвета на Европа през 2008г. Препоръка към страните-членки на Европейския съюз за създаване на „Европейска квалификационна рамка за учене през целия живот“ (ЕКР). В нея акцентът е резултатът от обучението да се дефинира като показател на онова, което учащият знае, разбира и може да направи при завършване на учебния процес. Резултатите от обучението, разделени в осем референтни нива, са конкретно описани в три категории:

- **Знания**, означава резултат от усвояването на информация в процеса на учене. Знанията са съвкупност от факти, принципи, теории и практики, които са свързани с определена сфера на работа или обучение. В контекста на ЕКР знанията се определят като теоретични и/или фактологични;

- **Умения**, означава способност за прилагане на знанията и използване на ноу-хау при изпълнение на задачи и решаване на проблеми. В контекста на ЕКР уменията се описват като познавателни (включващи използването на логическо, интуитивно и творческо мислене) и практически (включително сръчност и използване на методи, материали, уреди и инструменти);

- **Компетентност**, означава доказана способност за използване на знания, умения и личностни и социални и/или методологични дадености в работни или учебни ситуации и в професионално и личностно развитие. В контекста на ЕКР компетентността се описва с оглед на степента на поемане на отговорност и самостоятелност. В таблицата на фиг.2 са представени препоръчителните показатели по НКР за референтно ниво 6, подниво 6Б, съответстващо на образователна и квалификационна степен бакалавър.

Междувременно напоследък редица наблюдения и изследвания, включително и тези на [9] пък подсказват, че съвременните потребности на индустрията са от кадри, притежаващи така нареченото STEM-образование и умения (Science, Technology, Engineering & Mathematics). Тези потребности произтичат от

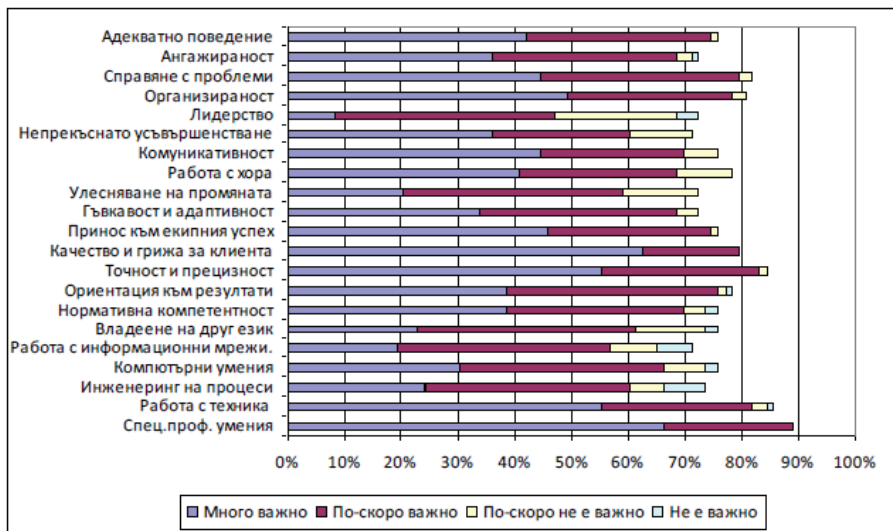
характеристиките на съвременното индустриално развитие и в частност на машиностроенето. Особеностите му са голяма динамика, глобална конкурентност, стремеж към бързо внедряване на новостите, гъвкавост, висока енергийна ефективност [5,6] и производителност при ниски разходи и гарантирано качество. Всичко това предполага разнообразни традиционни и нови модерни възможности за професионална реализация на машинните инженери, но и поставя високи и също така разнообразни изисквания към тяхната подготовка. Постигането на такива резултати от завършилите своето обучение машинни инженери обаче не е едностранен процес. Страните в този процес от една страна са висшите училища, предоставящи образователните услуги, от друга са обучаващите се и от трета е бизнеса, който се явява краен потребител на „продукта“. Държавата, която с ролята

ЕКР Ниво 6	НКР Ниво 6	ЗНАНИЯ	УМЕНИЯ	КОМПЕТЕНТОСТИ			
				Самостоятелност и отговорност	Компетентност и за учене	Комуникативни и социални компетентности	Професионални компетентности
Първи цикъл на КРЕПВО	Подниво 6Б БАКАЛАВЪР  240 кредита по ECTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>притежава разширени и задълбочени теоретични и фактологични знания в областта, включително свързани с най-новите постижения в нея</li> <li>самостоятелно интерпретира придобитите знания, като ги свързва с прилагането на факти и чрез критично възприемане, разбиране и изразяване на теории и принципи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>владее методи и средства, позволяващи решаване на сложни задачи</li> <li>прилага логическо мислене и проявява новаторство и творчески подход при решаване на нестандартни задачи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>притежава способност за административно управление на сложни професионални дейности, включително на екипи и ресурси</li> <li>поема отговорности при вземане на решения в сложни условия, при влиянието на различни взаимодействащи си и трудно предвидими фактори</li> <li>проявява творчество и инициативност в управленската дейност;</li> <li>преценява необходимостта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>последователно оценява собствената си квалификация чрез преценка на придобитите до момента знания и умения и планира необходимостта от разширяване и актуализиране на професионалната си квалификация</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>формулира и излага ясно и разбираемо идеи, проблеми и решения пред специалисти и неспециалисти</li> <li>изразява отношение и разбиране по въпроси чрез използване на методи, основани на качествени и количествени описания и оценки</li> <li>проявява широк личен мироглед и показва разбиране и солидарност с другите;</li> <li>пълноценно общува на някоя от най-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>събира, класифицира, оценява и интерпретира данни от областта с цел решаване на конкретни задачи</li> <li>прилага придобитите знания и умения в нови или непознати условия</li> <li>проявява способност да анализира в по-широк или интердисциплинарен контекст</li> <li>използва нови стратегически подходи; формира и изразява собствено мнение по</li> </ul>

Фиг.2. Препоръчителни показатели по НКР за бакалавър [6]

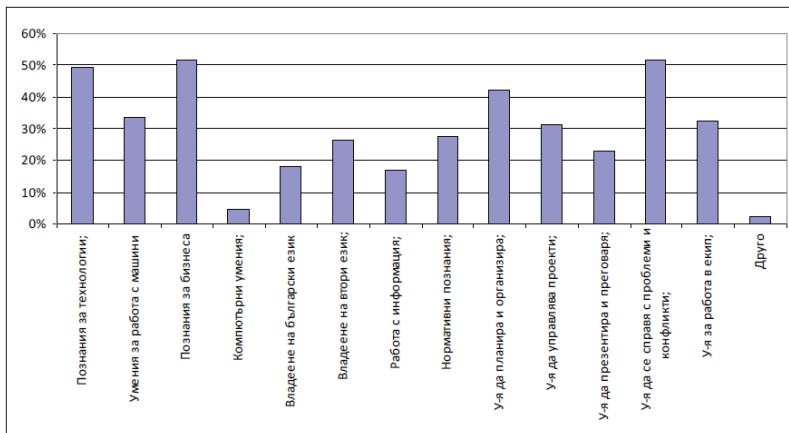
си на регулатор, законодател и осигуряваща средата за осъществяване на процеса също има важно значение. Анализите на процеса и изводите от него показват, че разделението на страните може да има само условен характер. Установява се, че е необходимо по-обхватно, по-задълбочено и реално взаимодействие между висшите училища, бизнеса и обучаваните, осъществявано на всички етапи преди, по време и след завършване на обучението. Анализът на резултатите, представени на фиг.3[2], от направено анкетно проучване [2] сред 100 търговски дружества показва, че ако бъдат степенувани по важност уменията, които трябва да притежава персонала на предприятията, то като най-важни се посочват професионалните умения, а веднага след тях се нареждат точност и прецизност, работа с техника, справяне с

проблемите и качество, като всички те са елемент на STEM-уменията и основните знания на машинния инженер.



Фиг.3. Умения на персонала [3]

В същия източник се посочва, че в резултат на направеното анкетно проучване се установява и сериозен дефицит по ключови компетентности на персонала фиг 4 [4], което показва, че в момента обучението не е на необходимото ниво и не отговаря на изискванията на бизнеса. В резултат е необходимо голямо по обем допълнително обучение на новопостъпващите и съответно продължителен период за тяхната адаптация. За целта на фирмите им се налага да се занимават с неприсъща за тях дейност и да отделят значителни свои ресурси, което явно е неизгодно за тях. Следователно е необходимо процесът на обучение на машинните инженери да се структурира по начин, който да не допуска такива дефицити в подготовката на кадрите за да бъде адекватен на нуждите на бизнеса. Вероятно правилният подход



Фиг.4. Дефицити в подготовката на завършващите висши училища [4]

в случая е да се започне в обратен ред на показателите от НКР, т.е от специфичните компетенции, които са необходими за успешна реализация в дадено направление и се предвиди необходимата им основа от умения и знания.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Знанията на машинния инженер са едно концентрирано изражение на съвременните технологични, конструктивни и организационно-икономически идеи на съвременното машиностроително производство

Основните знания на машинния инженер са онези, които му дават възможност той да развие у себе си необходимите за професионалната му реализация умения и компетенции.

Наблягането на STEM-знанията и прилагането на препоръките на Европейската квалификационна рамка и на Националната квалификационна рамка в обучението би разширило възможностите за реализация на машинния инженер.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Вичев Ст., Красимир Иванов, Младен Трифонов, Николай Фердинандов. Износване на стругарски ножове с режеща част, изработена чрез наваряване с електроди от бързорежеща стомана. Научни трудове на РУ "А.Кънчев", Русе, 30.10+31.10. 2009г.

[2] Данев Б., Секторен анализ на работната сила в сектор „Машиностроене“. Българска стопанска камара – съюз на българския бизнес. София, 2012.

[3] Данев Б., Секторен анализ на компетенциите на работната сила в сектор „Производство на машини и оборудване“, Българска стопанска камара – съюз на българския бизнес. София, 2011.

[4] Данев Б., Състояние и проблеми на оценяването на компетенциите на работната сила, Българска стопанска камара – съюз на българския бизнес. София, 2011.

[5] Колев И., Иванов К., Ненов Г, Гечевски С. Изследване коефициента на полезно действие на системата на главния превод на стругове с ЦПУ. В: Научни трудове на РУ «А. Кънчев», том 50, серия 4, Русе, 2011

[6] Колев И., Велчев Ст., Иванов К., Гечевски С. Изследване влиянието на производителността на рязане върху специфичната консумирана енергия при струговане. В: Научни трудове на РУ «А. Кънчев», Русе, 2012

[7] Трифонов М., Николай Фердинандов, Стефан Вичев, Красимир Иванов. Относно технологията на наваряване на металорежещи инструменти чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум. Научни трудове на РУ "А.Кънчев", Русе, 30.10+31.10. 2009г

[8] Национална квалификационна рамка на република България, приложение, София, 2012г.

[9] BUSINESSSEUROPE, "PLUGGING THE SKILLS GAP THE CLOCK IS TICKING" (Недостиг на умения – часовникът тиктака), 2011;

### **За контакти:**

Проф. д-р инж. Юлиян Младенов, кат. ТММРМ, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 716, e-mail: [jmladenov@uni-ruse.bg](mailto:jmladenov@uni-ruse.bg)

Гл.ас. д-р инж. Димитър Димитров, кат. ТММРМ, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 653, e-mail: [ddimitrov@uni-ruse.bg](mailto:ddimitrov@uni-ruse.bg)

### **Докладът е рецензиран**