

ЗА НЕОБХОДИМОСТТА ОТ ПРОМЕНИ В ТЕХНИЧЕСКОТО ОБРАЗОВАНИЕ

Георги Радулов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" – София

РЕЗЮМЕ: Висшето техническо образование, като всяка сложна система може да бъде разгледано от различни гледни точки: като система за подбор на висши инженерни кадри; като пазарен механизъм целящ снабдяването на индустрията с квалифицирани кадри; като система за усъвършенстване на студенти и преподаватели; като обществена институция, която отчитайки податливостта на човека към формиране, се стреми да формира подходящи индивиди, които добре да пасват на нуждите на обществото или на управляващите; като среда за научно-изследователска дейност; като възможност за решаване моментни социално-политически проблеми – намаляване броя на безработните младежи, опасност за управляващите.

Считаме за целесъобразно да се разгледа като процес даващ знания (информация), умения (сръчности в най-общ смисъл на думата) и заряд (импулс) за творчество в областта на техносферата.

Образованието, като информационен процес, силно зависи от това къде се намират знанията и как се предават.

От особена важност са и промените на изучавания обект. В това отношение в технико-технологичния комплекс настъпиха сериозни промени, които засягат и теоретичния фундамент на инженерното образование.

Именно на тези проблеми е посветен предлаганият доклад.

FOR THE NECESSITY OF CHANGING TECHNICAL EDUCATION

Georgi Radulov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"

ABSTRACT: The higher technical education, like every complex system may be examined in different points of view. We consider that the most advisable way to examine it is as a process providing knowledge (information), skills (dexterity, in the large sense) and charge (impulse) for creativity in the technical sphere.

Education as an information process depends to a great extent on where the knowledge is and how it is transmitted.

The changes of the object of study are also very important. In this respect serious changes which concern the theoretical base of the engineer education occurred in the technico-technological complex.

Presented paper is dedicated namely to these problems.

Висшето техническо образование, като всяка сложна система може да бъде разгледано от различни гледни точки. Целесъобразно е да го разгледаме като процес даващ знания (информация), умения (сръчности в най-общ смисъл на думата) и заряд (импулс) за творчество в областта на техносферата. Ще отчитаме, че образованието, като информационен процес, силно зависи от това къде се намират знанията и как те се предават. От особена важност са и промените на изучавания обект.

Един исторически поглед на развитието на техническото образование вярваме, че ще покаже идеи за решения.

Техническото образование през периода на аграрните общества.

В продължение на хилядолетия стартови технически знания и умения се получават в семейството или чрез чиракуване при майстор. Този начин на подготовка удовлетворявал изискванията на времето, защото развитието на техниката било бавно, почти незабележимо. Знанията и уменията от вчера били достатъчни за днес, а също и за утре. Технологичните знания се състоят в запомняне на емпирично получени рецепти, които много често са (семейна) тайна и се предават от поколение на поколение. Техниката тогава се състои изключително от ръчни инструменти, които изискват знания и умения да се изготвят и да се работи с тях. Значителна част от по-сложните техни-

чески съоръжения (каруци, лодки, кораби, грънчарски колела, чекръци, тъкачни станове, тепавици, мелници (ръчни, водни, вятърни), мадани, дъскорезници и др.), са изобретени в зората на човешката цивилизация и слабо са еволюирали с времето. Знанията по изработването и експлоатацията им са почти константни и могат да се получат само от утвърдени майстори. Те са в тяхната черепна кутия. Предават се от човек на човек устно, а уменията чрез подражание. В началото техническа литература няма, а по-късно е оскъдна. Тя представлява рецептурници. Липсват идеи за усъвършенстване, за развитие. Тя е труднодостъпна поради високата ѝ стойност и ниската грамотност.

Описаният начин на подготовка добре хармонизирал и на организацията на производството. Продукцията се произвеждала в дома, на нивата или в работилницата и подрастващите от малки наблюдавали, а и участвали в производствените процеси. Трупали знания и умения.

Техническото образование през периода на индустриалната цивилизация.

Индустриалната цивилизация разбива всичко това. Налага нов ритъм на развитие. Техническите знания започват да остаряват по-бързо. Енергопреобразуващите и материалообработващите машини, новите технологии, изискват сериозни теоретични знания в областта на физиката, ме-

ханиката, химията, за да бъдат конструирани, монтирани, обслужвани, която семейството и чиракуването не могат вече да дадат. Новата организация на производство разделя децата от родителите по време на производствената дейност. Родителите отиват във фабриките, а децата остават в къщи, на улицата, в училище или детски заведения, където не могат да усвояват производствен опит и знания. Това налага промени в образователната система. Откриват се различни технически учебни заведения - от школи за квалификация, през средните технически училища, до висшите технически училища (ВТУ).

Индустриалната ера, с характерните си белези - стандартизация; специализация; синхронизация; концентрация; централизация - даде отражение върху образователната система. Техническите училища приличат на фабрики, които произвеждат стандартна продукция ("конфекция"). Липсва индивидуализация, нещо, което чиракуването давало. Науката е разделена в дисциплини със строги граници. Недостатък има в критериите, по които се приемат кандидатите в техническите учебни заведения. Добрият успех по математика не означава добър бъдещ инженер. Общият успех от средните училища с хуманитарна насоченост също не дава представа за технически интереси и заложи у кандидатите за инженерно образование. Цифровите оценки от изпити не дават винаги конкретна представа за качествата на бъдещия специалист. Малка представа дават за уменията и творческите заложи.

Техническото образование [9] обръща повече внимание на теоретичната подготовка и по-малко на уменията, на практическата подготовка.

Историята ни дава възможност да проследим резултатите от двата начина на обучение - чиракуването и университетското през 19 в.

Франция създава класическото висше техническо образование (ВТО) с откриването (1794 г.) на Политехниката. Тя дава теоретичния фундамент - математика, физика, химия, а специализираните висши училища (Училището за Мостове и пътища, Минното училище, Училището в Мезир), открити по-рано - специалната подготовка. Резултатите са добри. Преподаватели и възпитаници на Политехниката (Лагранж, Лаплас, Карно, Поасон, Поансо, Монж, Г. Кориолис, Дюпен, Навие, Ампер, Понселе, Ж. Фурие, Ламе, Поанкаре, Клапейрон) разработват много инженерни методи за оразмеряване, полагат основи на инженерни курсове по математика, физика, механика, дескриптивна геометрия, проектиране на машини и строителни конструкции и т.н.

Англия, не отваря висши технически училища почти до края на 19 в. (в 1841 г. към Лондонския университетски колеж са открити три технически катедри: гражданско строителство; машиностроене и механика). Нейните специалисти израстват във: фабриката на Хенри Модзли (там работят: Джеймс Несмит - изобретателят на парния чук; Джоузеф Уитуърд изобретил винтонарезната дъска, типизирал резбите и така обезсмъртил името си (Витвордова резба); Джоузеф Клемънт - прибавил към струга самоцентриращият се затегателен патронник); фабриката на Боултън и Уат за парни машини; локомотиво-строителния завод на Стефансон в Нюкасъл, предприятията за текстилна техника и др. Тя продължава старата форма на подготовка на специалисти - чиракуването, но при нови условия - в екип от специалисти и при наличие на научно-техническа литература и грамотни хора. Печатната техни-

ка е вече развита и специализираните книги са достъпни. Значима част от знанията се намират в литературата. Израсналите технически специалисти са добре подготвени практики и творци. По-малко познават теоретичните основи на техниката, защото са се самообразовали. Разбира се историята ни дава примери за добре теоретично подготвени личности без университетско образование (Бул и др.). Освен това нуждата задейства компенсационни механизми. Теоретични проблеми на техносферата се разработват от физици, химици и др. (Максуел, Раус и т.н.).

И двете страни са водещи в техниката почти до края на 19 в.

В края на 19 в. и първата половина на 20 в. водеща роля започва да играе Германия. Бурното развитие на производителните сили и науката в края на 19 век изискват нов подход - срастване на науката с производството, преди всичко в новите отрасли на промишлеността (електротехническа, химическа и по-нататък авиационна и електроника). Това срастване е характерно за много страни, но най-ясно и мащабно е изразено в Германия. Висши учебни заведения откриват научно-изследователски лаборатории, работещи по поръчка на фирми. Много от тях постепенно се превръщат във филиали на тези фирми. Самите фирми ("Карл Цайс", "И.Г.Фарбениндустри", "Сименс-Халске", "Сименс-Шукерт" и др.) организират научно-изследователска работа.

В Берлин е организиран (1887 г.) Физико-технически институт, финансиран 50% от правителството и 50% от крупния индустриалец и известен електротехник и физик Вернер фон Сименс (1816-1892). Институтът има отдели - за фундаментални и приложни изследвания. Първи негов президент е Хелмхолц. (В този институт Херц открива радиовълните).

Така в резултат на системната изследователска и развойна дейност израстват специалисти-творци. Процесите на развитие на техносферата са сложни и не бива да се обясняват просто и еднозначно.

Но друг пример за обединение на науката с образованието, дал добър резултат, са САЩ. Там израстват водещи ВТУ. Масачусетският технологичен институт (МТИ) основан от Виллям Бартон Роджерс 1861 г., до края на Първата световна война е училище, както много други в САЩ. Негови ръководители, като Ричард Маклорин, авторитетен учен и амбициозен ръководител [2], Ернест Никълз - учен-физик, Карл Т. Комптон, професор по физика, Венивар Буш - водещ специалист в областта на теория на електрическите вериги и аналоговите изчислителни машини, все енергични мъже, с ясни и далеч напред насочени погледи, го превръщат във водещ център на научно-изследователска дейност и генератор на технологични идеи. Те са убедени, че за да се готвят добри инженери, учебното заведение трябва да бъде и крупен научно-изследователски център. Засилват ролята на катедрите по физика, химия, математика.

Друг авторитетен американски ВУЗ, Калифорнийският технологичен институт, в търсенето на ефективен начин за обучение по физика, разработи учебна програма, по която лекциите прочита (1961-63 г.) крупния американски физик Ричард Фейнман. Те стават образец за другите учебни заведения.

Днес двата цитирани ВУЗ-а заемат пето и шесто място, според престижното академично градиране на висшите училища в света, направено от университета Jiao Tong

(Сингапур) и първо и второ място измежду ВУЗ-овете подготвящи инженерни кадри [11]. Випусници и преподаватели на МТИ са основали 4000 компании, които разглеждани като самостоятелно икономическо формование биха представлявали двадесет и четвъртата икономика на земята [10, с.313].

В България висшето техническо образование се появява късно (1941 г. или 15.10.1945 г.). При това срещането на техническото образование с изследванията не се сърчава от държавата. По едно и също време се създават, и висши училища по отрасли, и научно-изследователски институти по отрасли. В първите години от създаването си ВТУ не провеждат организирана и регламентирана научно-изследователска работа. Повече от десетилетие по-късно се създават научно-изследователските сектори (НИС) към тях.

Отрасловите научно-изследователски институти бяха и ковачница на висококвалифицирани инженерни кадри, получили стартова подготовка в ВТУ. Целесъобразно е да се оцени как ще се отрази разпадането на старата научно-технологична база. Структури, които да ги заместят трябва да се изградят. Дали държавата не трябва да се намеси в този процес?

Проблеми на техническото образование днес.

С навлизането на човечеството в "постиндустриално" ("информационно", "технотронно", или както и да го наречем) общество, настъпиха и настъпват много промени в технико-технологичния комплекс (технокомплекса), а като следствие и в други сфери. Въгледобива, металургията, машиностроенето, ж.п. транспорта отстъпиха водещото си място на електрониката, компютъростроенето, комуникационната техника, биотехнологиите и др. Промени се техниката за предаване (телефон, телеграф, радио, телевизия) и обработка (компютрите) на информацията. Съществено значение получиха системите обединяващи тези технологии – интернет и др., т.е. промениха се каналите за получаване на знания. Днес голяма част от знанията се намират извън главата на отделния човек. Тези промени засягат цялата система за висше образование, но не всички специалности еднакво. Някои хуманитарни специалности (право, филологии, история и др.) са засегнати най-вече от промяната на каналите за получаване на знания. На други, като биомедицинските, се промени значимо и теоретичния фундамент. При техническите специалности промените са най-съществени. Защото освен каналите за получаване на информация променя се обектът за който се подготвят кадрите, променя се теоретичния фундамент на който е стъпил този обект. Това налага преразглеждане на системата за техническо образование за да бъде тя в синхрон с изискванията на времето.

Поради ускореното развитие техниката и технологиите, както и организацията на производството, няма да бъдат същите в утрешния ден. Но какви ще бъдат, може само да се предполага. Следователно сега, повече от когато и да било, за образованието е необходимо да се създават алтернативни представи за техниката с която ще работят и за организационните структури, в които ще се включат бъдещите специалисти. "Само чрез създаването на хипотези ще сме в състояние да правим изводи за знанията и уменията, които утрешните специалисти трябва да притежават, за да издържат на ускорителния тласък в развитието на техниката" (А. Тофлър) [6].

Прогнозите за развитие на техниката ще ни ориентират какви (като специалности) и колко (като нужди) специалисти да се готвят. Когато става дума за специалисти в областта на нова техника и технологии не може да се разчита на пазара, т.е. на привличане на кадри чрез по-добро възнаграждение, както се постъпва с неквалифицирани работници.

Прогнозите ще ни отговорят на въпроса какво да се учи. Да се замислим над следното: Тези които се пенсионират на 63 г. днес (2007 г.) са влезли във висшите училища - 1962 г. Завършили са висшето си образование 1967 г., т.е. точно преди 40 г. Какво е трябвало да изучават по електроника, автоматика, изчислителна, измерителна, комуникационна, звуко- и образозаписваща и възпроизвеждаща техника и т.н., за да бъдат добре подготвени специалисти по време на тяхната инженерна дейност? Знае се, че 90% от знанията на човечеството към 2007 г. са били натрупани за по-малко от 30-35 години, което означава, че през 1967 г. повече от 90% от сегашните знания не са били известни. Този факт налага сериозна размисъл. Възможно ли е прогнозиране с голяма вероятност за такъв дълъг период?! Явно прогнозирането е необходимо но недостатъчно условие. Необходимо е и непрекъснато обучение. Но тогава необходимо ли е учащите да ходят всекидневно и целодневно на училище? До каква възраст да ходят? Какво и колко задълбочено да изучават? Каква технология на обучение да се възприеме?

Образованието трябва да отчита факта, че основната част от знанията се намират извън мозъка на отделния човек. В миналото възрастните преподаватели, натрупали опит и знание, бяха едни от малкото, източници на специализирани знания. Учащите се можеха да ги научат (понякога) само от тях. Днес новата хипотеза, теория, откритие, изобретение още същия ден става известна чрез медиите на всички, които следят новостите. В интернет, библиотеките, медиите всеки интересуваш се може да получи допълнителна информация. Нещо повече, поради ангажираност, професорът може да получава тази информация от своите студенти. Стойността на знанията и опитът на възрастните преподаватели остават, но възможностите за самостоятелна подготовка нараснаха.

На фона на бързото изменение на техническия комплекс по-ясно изпъква проблемът свързан с консерватизма на човека. Преподавателят преподава елементи от времето, когато той е бил студент. Но днес, често в работата си инженерът използва активни чужди знания. Последните години този проблем се прояви при чертането (Инженерната графика). Преподавателите са чертали с молив и туш. Компютрите и мощните програмни продукти за проектиране измениха технологията за изготвяне на техническа документация. Но инженерът трябва да знае да чертае. Той трябва да може да скицира каквото и да е даже на път, върху цигарена кутия. Чертането е мощно средство за комуникация. Къде е компромисът? Как да се разпредели времето за обучение между старите методи и усвояване на съответните програмни продукти?

Проблем като посочения се явява все по-често. Когато пишем и сме включили програма за корекция на правописа и пренасяне, творбата не е вече чисто авторова.

Консервативни са учебниците. Новопоявилата се техника не се описва веднага, защото тя трябва да се наложи в практиката, възприеме, осмисли, опише, учебните помагала да бъдат отпечатани. Набирането на лекционния курс

на компютър, непрекъснатото му осъвременяване и пускането му по интернет е решение. Университетските ръководства трябва да намерят методи за подходящо финансово стимулиране и запазване на авторски права.

Бързото изменение на технокомплекса поставя и въпроса какво да се изучава по-настойчиво? Дисциплините, чието изграждане е в основни линии завършено (машинни елементи, теория на машините и механизмите, конструкция на двигателите с вътрешно горене, електрически машини, голяма част от дисциплините за инженер-геолозите, минните инженери, строителните инженери и др.) и не се очакват сериозни промени в разглеждания учебен материал трябва да се изучават с подробности, да се изисква запаметяване. При дисциплините в етап на бързо развитие трябва да се изисква усвояване на фундаменталното, това което е по-устойчиво във времето. За всеки преподаван материал трябва да се доказва неговата бъдеща полезност.

Съществува противоречие между произвежданите кадри "конфекция" и нуждата от кадри за конкретно работно място. Така се губи време за адаптация на младия специалист. Многообразието от работни места, динамиката в техносферата усложняват задачата на образованието в тази насока.

Трябва да се подчертае, че като част от образователната система на страната, висшето техническо образование трябва да отговори на проблемите предизвикани от масовизирането на висшето образование [8]. Увеличеният брой студенти води до по-голяма хетерогенност, като подготовка, амбиции, интереси, при влизането им в ВТУ. Процентът на първокурсниците избрали някои от ВТУ в страната, с мотив "защото тук успех да се запиша" или "това желеаеха родителите ми", достига 50% [9]. При такъв входен контингент, запазването на качеството на образованието налага промени в организацията на учебния процес и държавната образователна политика.

Едно от възможните решения е въвеждане на курсове по основни дисциплини за доизравняване на подготовката от средното образование. Проблемът би се опростил със създаването на елитни висши училища. Така по естествен път ще се селектират кандидат-студентите по степен на подготовка. Но това поражда други проблеми – по какъв път да бъдат създадени елитните ВУЗ-ове? Създаването им чрез държавна намеса, което се иска от някои ректори и като че такъв процес се забелязва, е несправедливо спрямо другите висши училища. За формирането на елитни висши училища по естествен път пречи сегашната система на финансиране на висшето образование.

Проблемът с качеството на входния контингент за България вероятно ще се задълбочи. Намалява броят на завършващите средно образование. Расте числото на следващите в чужбина и дистанционно обучавани в чужди ВУ. Отварят се филиали на авторитетни ВУ у нас.

Подготовката на кадри е двустранен процес. Тя зависи съществено от качеството на обучаващите. У нас формулираният още от А. Смит принцип, че всяка стока се заплаща според количеството и **качеството** на вложения труд не се разбира от управляващите. В епохата на информационното общество те считат, че се труди този, който копае с кирка, а преподавателят само говори!? Достатъчно е да се е нахранил и да има на гърба си протрити дрехи. Вероятно малко от тях се замислят, че за да бъде на нивото има нужда от: компютър със съответната конфигура-

ция; от интернет; от книги и научни списания и вестници, които колкото са по-качествени, толкова са по-скъпи; да участва в научни симпозиуми по света – неща непосилни за българския преподавател. Когато те се кажат на управляващите, някои от тях, непознаващи проблема в дълбочина, отговарят като умници от селска кръчма: "В духа на А. Смит, продавайте си скъпо качествената стока". Продуктът на висшето образование е нещо много специфично. А и пазарът му (таксите за обучение) в държавните ВУ не се определя от преподавателите.

Отговорът на други е: "Имате много свободно време. Заработвайте допълнително от научни продукти, от иновации. Ако знаете и можете ще бъдете оценени от обществото. Ето! Това е в духа на А. Смит"!?

Добре подготвеният преподавател по математика, теория на автоматичното управление, теоретична механика, теоретична електротехника, термодинамика и т.н. може да напише учебник, монография, статия. И какво ще получи? Читателю, не знам дали този материал го оценявате положително?! Но аз много съм мислил върху изложения проблем. Подготвил съм го като статия (доклад). Имам покана да го изнеса на международен симпозиум. Ако участвам като поканен (*Invited Speakers*) трябва да си платя превода на английски, 100 евро такса и пътните. Като участник по общия ред разходите са над 1000 евро. В духа на А.Смит представяте си каква вреда нанасям на обществото, която трябва да компенсирам парично от скромната си заплата. Неразбирането на проблема от управляващите вече нанася вреди на висшето образование. По-нататък те ще станат трудно поправими.

Изложените проблеми са много и от различно естество. Решенията им зависят от различни институции. Разумно е да се спрем само на промени, които са в ръцете на висшите училища. Те могат да предложат набор от образователни технологии в диапазона от класическото редовно обучение до изцяло дистанционно обучение.

Класическото редовно обучение днес има много недостатъци. Известно подобряване може да се реализира чрез продължителни стажове в предприятията и избор на изучаваните дисциплини последните два или три курса. Това е практика и в нашите висши технически училища, но не винаги добре организирана. В редица европейски страни (напр. Франция), през петгодишния период на обучение бъдещите инженери изкарват (сумарно) около 1 календарна година стаж на различни (като ниво в йерархията) работни места.

Образованието може да бъде само във висшето учебно заведение, но съчетано с научни паркове и технологични центрове, в които да се включват студентите (от горните курсове). Това е особено перспективно за наукоемките производства. За съжаление такова образование предполага много условия, които трудно се намират на едно място. Но си заслужава добре да се обмисли.

Друг вариант на тази технология е редовно обучение и целенасочена специализация след дипломирането.

Дългите години редовно обучение не хармонират нито с подготовката на кадри за конкретно място, нито с финансов интерес на младите хора. Интензивното разходване на средства в продължение на 6 години за магистър плюс още 3 години за доктор, трудно се компенсира след това. От друга страна открояващите се изяви на отделната личност са ставали в млада възраст. Следователно, интензивно обучение на младежта е необходимост. Знанията

са нужни, както за експлоатация на технокомплекса, така и за творчество. От друга страна процесът на обучение е внушаване на чужди виждания, т.е. каналзира мисленето. Съчетан с психическо претоварване на студентите влияе разрушително на творчеството. От това следват два извода: преподаваният материал не трябва да парализира мисленето, а да възбужда любопитството; обучаваните трябва да виждат проблемите – условие за творческа изява. В голяма степен на тези изисквания отговаря технологията два или три курса редовно обучение и продължаване задочно (дистанционно), с възможност за избор на дисциплини, според нуждите по месторабота. Вариант е бакалавърска степен редовно обучение, а магистърската степен да обхваща работещи студенти. Магистърската степен може да се организира и по индивидуални учебни планове. Тези технологии създават условия инженерите да получат системна подготовка в областта на инженерния фундамент (математиката, физиката, химията, биологията, теоретичната механика, термодинамика, съпротивление на материалите, теоретични основи на електротехниката, теория на информацията, теория на машините и механизмите, теория на автоматичното управление и др.) според избраната специалност. При това катедрите по фундаменталните дисциплини трябва да бъдат истински научно-изследователски центрове. Историята ни дава добри примери – Парижката политехника, Масачусетският технологичен институт (МТИ) и др.

Специализиращите дисциплини е целесъобразно да се изучават в среда свързана с практическото им приложение. Изследванията показват, че 2/3 от информацията от професионален характер специалистите получават при общуване с колегите си в производството. Тази образователна технология изисква близко сътрудничество между ВУЗ и фирмите консуматорки на инженерни кадри.

Изцяло дистанционно-задочно обучение, наред с предимства има и сериозни недостатъци. Лишава студентите от непосредствен контакт с преподавателите и помежду им. При такава форма на обучение ще пострада фундаменталната подготовка.

Афоризмът на Гибонс “обучението не дава плод на кой дае, освен на тези, които са предразположени към него, но те почти нямат нужда от него” съдържа доза истина. В този смисъл не е ли разумно, при завършено бакалавърско ниво, да се получава магистърска степен само след оценка на знанията от оторизирани комисии?!

Някои от дадените образователни технологии изискват много работа от преподавателите и вузовската администрация. Тяжно предимство е, че се доближават до най-ефективната образователна философия – непосредствената връзка между обучавания и обучаващия.

В заключение може да се каже, че въпреки подчертаните недостатъци на сегашната образователна система, тя е подготвяла добри инженери. Бързите, не добре обосно-

вани реформи в образованието вероятно носят повече вреда отколкото полза. Българският опит потвърждава това. Реформите трябва да са добре обмислени. По-голямата академична автономия допуска и стимулира различни образователни технологии. Така студентите ще имат възможност да избират образователна институция, със съответна образователна философия (образователни ценности). Ще се получат инженери от различни школи, с различна подготовка, с различен творчески заряд, необходимо условие за ускоряване ритъма на развитие на технокомплекса в страната.

Литература:

1. Марев, Ив. Кр. Спиров. Компютаризацията на образованието – стратегическо направление на неговата интензификация. София, ВМЕИ “В.И.Ленин”, 1985.
2. Радулов, Г. История на техниката - еволюция на техническите идеи. София, Издателска къща “Св. Иван Рилски”, 2003.
3. Суханов, Вл. Творчество и система образования. <http://n-t.ru/tp/ob/tso.htm>
4. Черновский, Дмитрий, Нина Черновская. Проблемы творчества с точки зрения синергетики. <http://n-t.ru/tp/ns/pt.htm>
5. Израйлит, Сергей. ИТ-образование: адекватных предложений нет. <http://n-t.ru/tp/ob/it.htm>.
6. Тофлър, Алвин. Третата вълна. София, издателска къща “Пейо К. Яворов”, 1991. (Toffler, Alvin. The third wave. 1980.).
7. Цонев, Младен. Методи за техническо творчество. София, Техника, 1986.
8. Бояджиева, Пепка. Масово висше образование и качество на обучението: може ли да има “умствен пролетариат” в едно общество на знанието? Сборник доклади от юбилейна научна сесия “Общество на знанието и образование за всички”, 21-22 февруари, 2003, София.
9. Караманска, Д., П. Карамански, М. Симова. Инженерното обучение – поглед отвътре. Сборник доклади от юбилейна научна сесия “Общество на знанието и образование за всички”, 21-22 февруари, 2003, София.
10. Търроу, Лестър. Изграждане на благосъстояние. Нови правила за хората, компаниите и нациите в икономиката, основаваща се на познанието. София Издателство Весела Люцканова, 2000. (Thurrow, Lester. Building Wealth ... 1999).
11. Ненов, Димитър. Образованието – къде е зарежкучето. http://www.oshte.info/004/000105/02/0902.htm#_ftnrefl.