

ZA ZASTAPENOSTA NA FIZIČKITE I TEHNOLOŠKITE OSNOVI NA ELEKTRONIKATA NA NAŠITE ELEKTROTEHNIČKI FAKULTETI

Tomislav Džekov

1. SOSTOJBA VO ZEMLJATA

Edna od osnovnite pričini poradi koi dojde do relativno zaostanuvanje na elektronskata industrija vo Jugoslavija vo odnos na svetskite trendovi beše stavot, koj počna da preovladuva vo stručnite krugovi vo vtorata polovina na 60-tite godini, deka pomalite i ekonomski poslabo razvijenite zemji ne treba da investiraat bo vozičnata elektronska tehnologija, tuku deka svojot interes i svoite usilbi vo razvojot na elektronikata treba da gi nasočat kon proektiranje, t. e. kon aplikacijata na veke gotovi, odnadvor nabaveni, integralni i diskretni komponenti. Poznato e deka neispravnost na ovoj stav, koj go zabavi razvojot na jugoslovenskata elektronika za najmalku edna decenija, beše jasno konstatirana od našite poširoki stručni krugovi duri kon krajot na 70-tite godini, koga vo svetot počna prodorot na t. n. integralni kola po naračka. Prodiranje na integralnite kola so visok i mnogu visok stepen na integracija vo site oblasti na elektronikata, kako i soodvetnite promeni vo arhitektura na elektronskite uredi i sistemi vo smisla na drastično namaluvanje na vкупniot broj na komponenti, pokaža deka nema razvoj na elektronikata bez razvoj i proizvodstvo na integralni komponenti od site stepeni na kompletnost, a osobeno bez možnost na proizvodstvo na integralni komponenti po naračka. Vo situacija koga stana očigledno deka proektiranje na elektronski uredi i sistemi ke se sveduva vo idnina, faktički, na proektiranje na soodvetni elektronski komponenti, dojde do celosen izraz besmislenost na koncepcijata deka našite inžineri-elektroničari treba da bidad glavno proektantski orientirani, a deka tehnologijata i proizvodstvoto na elektronskite komponenti treba da se ostavat na stručnite lica od drugi zemji.

Dodeka golem broj, deneska glavno razvieni, zemji vo celiot povoen period, a osobeno po 1960-tata godina planski vložuvaa vo naučnoistražuvakata i razvojnata dejnost, bidejki ovie vložuvanja doveduvaa do značajni rezultati vo inovacijata na elektronskite proizvodi, do proširuvanje na primenata na elektronikata na razni oblasti na čovekovata dejnost i se razbira do značajni ekonomski efekti - kaj nas fundamentalnite i razvojnite istražuvanja počnaa sosema da se zapostavuvaa, bidejki se smetaše deka e ekonomski neopravdano

edna zemja kako Jugoslavija direktno da učestvuva vo razvojnot na tehnološkata osnova na elektronikata. Soglasno so ovaa praktika, kadrovskata baza vrabotena vo sektorot na fundamentalnite i razvojnite istražuvanja počna da se tretira kako opštestveno malku značajna - postoeše duri i određen ignorantski odnos kon nea, a se forsiraše, proširuvaa i podmladuvaa kadrovskata baza povrzana so aplikativniot sektor. Seto ova se slučuvaa vo vremeto koga brziot razvoj na elektronikata beše vsušnost najdramatičen točno vo podračjeto na elektronskata tehnologija, koja go minuvaa patot od nivo na SSI do nivoto na VLSI.

Gledištata vo vrska so nasokite i patištata na razvojot na elektronikata vo Jugoslavija imaa smoj celosen odraz, se razbira, i vo nastavnite planovi i programi na našite elektrotehnički fakulteti. Dodeka, na primer, nastavata od podračjeto na telekomunikaciite, informatikata, kompjuterskate tehnika, ili od podračjeto na šematikata na elektronskite kola, gi sledeše, poveke ili pomalku uspešno, svetskite trendovi vo visokoto obrazovanie, oblata na elektronskata tehnologija beše praktično, so mal broj na isključoci, sosema zapostavena. Se do početokot na 80-tite godini, znači do navršuvanje na 20-godišnina od ragahjeto na mikroelektronikata, vo nastavnite programi na pogolemiot broj elektrotehnički fakulteti vo Jugoslavija praktično ne bea vključeni soдрžini od oblata na tehnologijata na integralnite kola. Ne može a da ne začuduva faktot što vo vremeto koga vo svetskata periodična literatura glavna tema na denot stanuvaa integralnite kola od četvrti stepen na integracija (VLSI) na neкои naši fakulteti seušte se generiraa elektroničari koi vo tekot na školuvanje nema možnost preku redovната nastava da se zapoznaat so taka osnovni poimi od rečnikot na elektronikata kakvi što se, na primer, planarnata tehnologija ili debeloslojnata i tenkoslojnata tehnika.

Sosema e razbirliv faktot što vo edna vakva situacija elektronskite materiali (nomenklaturata na materijalite što se koristat vo elektronikata broi poveke od 500 nazivi) ne se prisutni ili se sosema slabo prisutni vo nastavnite planovi i programi na elektrotehničkite fakulteti vo Jugoslavija. Osven toa se postavuva i prašanje dali nie razpolagame

so dovolen broj ošposobeni kadri za održavanje nastava od oblasti na elektronske materijali. Ova prašanje ne e ni najmalku besmisleno ako se ima predvid našeto mnogugodišno zapostavljivanje na naučno- istraživačkata i obrazovna dejnost vo ova podračje kako i teškotiite so koi se sreka vame vo nastojuvanje da supstituirame so domašni materijali barem del od materijalite što se potrebni na našata elektronska industrija.

So golem stepen na sigurnost može da se pretpostavi deka profilite na nastavnite sadržini od oblasti na fizikata što se nudat na elektrotehničkite fakulteti vo Jugoslavija ne se, gledano globalno, usklađeni so potrebite na razvojot na elektronska tehnologija. Prašanje e, na primer, dali podražje to na fizikata na čvrstoto telo, koe leži vo osnovata na naukata na materijalite, e vo dovolna mera i na soodveten način zastapeno vo nastavnite programi na elektrotehničkite fakulteti. Nema somnenie deka dobar del od elektrotehničkite fakulteti vo Jugoslavija ke mora vo idnina da mu posvetat pogolemo vmanje na ova prašanje.

2. SOSTOJBA NA ELEKTROTEHNIČKIOT FAKULTET VO SKOPJE

Odredeni sadržini od tehnološkite osnovi na elektronikata vo nastavnite programi na Elektrotehnički fakultet vo Skopje se pojavija durivo učebnata 1983/84 godina, so voveduvanje na predmetot mikroelektronika vo IX-ot semestar na nasokata elektronika i telekomunikaciji - ET (pokrāj ova nasoka na Elektrotehnički fakultet vo Skopje se neguvaat ušte i nasokite: avtomatika i informatika (AI), elektroenergetika (EE) u industriska elektroenergetika i avtomatizacija (IEA). Predmetot mikroelektronika e pokrien so istoimen univerzitetski učebnik (skripta), izlezen od pečat vo 1986 godina. Materijalot što se tretira vo učebnikot e podelen vo četiri osnovni poglavja. Vo prvoto poglavje se razgleduvaat najznačajnite postapki i etapi vo procesot na planarnata tehnologija. Vo vtoroto poglavje se stava akcent na nekoj elementi od fizičkite osnovi na monolitne integralni kola. Vo tretoto poglavje se razgleduva strukturata na elementite na monolitne integralni kola. Konečno, vo četvrtoto poglavje se dava prikaz na tehnologijata i elementite na debeloslojnite, tenkoslojnite i hibridne integralni kola. Kako što e vobičaje za učebnici od vakov vid, vo tekstot se pojavuvaat i nazivite na golem broj od materijalite što se koristat vo elektronska tehnologija, pri što, najčešće, se naveduvaat samo onie nivni karakteristiki koi vsušnost i gi činat ovie materijali pogodni za primena kako gradežna supstanca na integralne kola, odnosno kako učesnici vo soodvetne tehnološki procesi; znači ne može da se

zboruva za postojenje na nekoj podetalen pregled, odnosno analiza na nivnite osobini.

Nastavnata programa po fizika na Elektrotehnički fakultet vo Skopje se realizira vo prvata godina od studije preku dva ednosmestralni kursa so fond na časovi 3+3, a gi opfaka slednive osnovni poglavja: fizički osnovi na mehanikata, oscilatorno i branovo dviženje, zvuk, mehanika na fluidite, toplina i termodinamika, optika, atomska fizika i nuklearna fizika. Ona što vednaš paga vo oči e otsustvoto na sadržini od kvantnata mehanika i od fizikata ili čvrstoto telo. Ova, bez somnenie, pretpostavja seriozen defekt vo nastavnite planovi i programi na Elektrotehnički fakultet vo Skopje i veke postoji inicijativa za naoganje na soodvetno rešenje.

Predmetot elektrotehnički materijali (ili - kako što e ušte poznat - tehnologija na elektromaterijalite) e isto taka od interes koga zboruvame za zastapenost na elektronske materijali vo nastavnite programi na elektrotehničkite fakulteti. Ovoj predmet na Elektrotehnički fakultet vo Skopje beše koncipiran i formiran ušte pred otvorañeto na „slabostrujaški“ nasoki, pa beše, pretežno, „jakostrujaški“ orientiran. Takov ostana (so isključok na malite izmeni koi se sostoeja glavno vo proširuvanje to na spisokot na razgleduvane materijali so germaniumot i siliciumot), za žal, se do učebnata 1984/85. Nastavnata programa što vo posledno vreme se nudi od ovoj predmet e vo značilna merka izmeneta. Navistina se čuvstvuva određeno lutanje vo izborot na sadržinite (se javuvaat preklapuvanja so drugite predmeti), no isto taka i vloženje na seriozni napori da se osovremeni predmetot i da se napravi podednakvo korisen za site nasoki. Sepak, imajki ja predvid duri i najnovata nastavna programa na ovoj predmet, ne možemo da kažeme deka so nego sem napravile dovolno golem čekor kon rešavajeto na problemot na izučuvanje na materijalite što se primenuvaat vo elektronska tehnologija.

3. NEKOI RAZMISLUVANJA VO VRSKA SO NASOKITE NA PROMENA NA POSTOJATA SITUACIJA

Deneska, koga e veke sosema jasno deka bez aktiven odnos kon elektronska tehnologija ne može da se smeta na sigurn i dolgoročen razvoj na elektronikata, koga našata elektronska industrija pravi golemi napori da navleze vo tehnologijata i proizvodstvoto na integralne kola, obiduvajki se da go nadomesti izgubenoto vreme, neophodno e da se izvršat soodvetni intervencii i promeni i vo nastavnite planovi i programi na elektrotehničkite fakulteti. Poznata rabota e deka bez

soodvetni, visokokvalificirani, kadri ne može da se očekuju brz napredok vo niedno podračje, pa ni vo podračje to na elektronskata tehnologija.

Vo prv red, potrebno e vo nastavnite planovi na nasokite što pretenditaat da bidat čisto elektroničarski da se vnesat poveke sodržini od oblata na elektronskata tehnologija i proektiranje to na integralnite kola. Vsušnost, vo situacija koga poluprovodnicite pretstavuvaat osnova na sovremenata elektronika i koga mikroelektronikata ne e samo specijalen, tuku najsuštestven i najobemen del na elektronikata, teško bi moželo da se zboruva za nasoka so konstruktivno hardverski karakter ako vo najziniot nastaven plan ne e sodržan barem eden dopolnitelen, ednosemestralen, predmet od podračje to na fizikata na poluprovodnicite i barem tri ednosemestralni predmeti od podračje to na mikroelektronikata (najmalku dva od koi bi bile posveteni na fizičkite i konstruktivno-tehnološkite aspekti na integralnite kola, a eden na nivnoto proektiranje). Jasno e deka ne ke bide možno, barem ne vo početniot period, da bidat ispolniti ovie baranja na sekoj naš elektrotehnički fakultet. Imeno, nivnoto ispolnuvanje podrazbira postoenje na soodvetna kadrovska baza (dovolen broj na kvalificirani nastavnici za drženje na vakva nastava) i soodvetni materijalni uslovi (mikroelektronički laboratorii, kompjuterska oprema i slično). No, tamu kade što nema uslovi bi bilo i pogrešno, da se organiziraat nasoki od vakov karakter. So ogled na obemnosta na problematikata so koja se bavi mikroelektronikata, mislam deka e dobro i racionalno ako zainteresiranite za mikroelektronika elektrotehnički fakulteti dogovorno se specijaliziraat po odredeni nejzini delovi.

Potrebno e da se razgleda možnosta vo nastavnite planovi na „čisto elektroničarskite“ nasoki da se ufrli predmet koji bi bil striktno orientiran kon tehnologijata i svojstvata na elektronskite materijali. Predmeti so vakva sodržina postojat ne samo vo visokoto, tuku i vo srednoto obrazovanie na zemjite kaj koi na problematikata ne elektronskata tehnologija i se posvetuva pogolemo vmanie.

Mikroelektronikata ima tolku golemo značenje vo sovremenata elektronika i elektrotehnika, što odredeni nejzini aspekti, vključuvaki gi i konstruktivno tehnološkite, treba, ako ništo drugo, da stanat sostaven del na tehničkata kultura na sekoj diplomiran elektroinženier. Zatoa smetam deka vo nastavnite planovi na ostanatite „slabostrujaški“ nasoki (telekomunikacii., informatika, avtomatika i sl.) treba da se predvidi eden ednosemestralen predmet koj ke gi pokriva fizikalnite i konstruktivno-tehnološkite aspekti na integralnite kola. Što se

odnesuva do „jakostrujaškite“ nasoki, treba vo ramkite na nivnite predmeti od oblata na elektronikata da se predvidi odreden prostor i za osnovite na mikroelektronikata.

Vo programata na predmetot elektrotehnički materijali (ovoj predmet go slušaat obično site nasoki) soodvetno mesto treba da najdat barem del od mnogubrojnite materijali što se koristat vo elektronikata. Ovde pred se mislam na onie materijali koi se javuvaat kako gradežna supstanca na integralnite kola.

Golemiot progres vo oblata na elektronikata i elektrotehnika vo golema mera e svrzan so uspesite na kvantnata mehanika i fizikata na cvrsto telo. Ovie granki na fizikata pretstavuvaat osnoven intelektualen dvigatel vo razvojot na elektronskata tehnologija i zatoa smetam deka treba da im se posveti pogolemo vmanie. Vsušnost, bez soodvetno poznavanje na ovie podračja ne e možno da se objasnat mnogu pojavi što doagaat do izraz vo submikrometarskata integralna tehnologija, za koja vo svetot deneska naširoko se zboruva, a ušte pomalku e možno da se navleze vo poblemita na fukcionalnata elektronika, koja se smeta kako naredna etapa vo razvojot na elektronskata tehnologija.

*Dr. Tomislav Džekov
Elektrotehnički fakultet
Skopje*