

METODI ISTRAŽIVA KOG RADA

PRIPREMA RUKOPISA NAU NOG RADA ZA ŠTAMPU

Koliko će se vremena rešavati odre eni problem zavisi od iskustva istraživa a, uslova istraživanja i kona no samog problema.

Nau ni rad treba pisati na osnovu odre enog plana, odnosno koncepta. Plan pisanja sadrži strukturu rada koja obuhvata naslov, izvod, uvod, pregled literature, materijal i metod rada rezultate istraživanja, diskusiju, zaklju ke, citiranu literaturu i rezime na stranom jeziku. Ovo je, takore i, standardizovana struktura nau nih radova i primenjuje se skoro u svim zemljama, pa i kod nas. Nau ni rad ne može biti napisan bez pregleda literature, bez iznošenja i tuma enja rezultata istraživanja i metoda rada.

Da bi rezultati istraživanja postali poznati svim stru njacima i nau nicima koji se bave sli nom problematikom, potrebno je rad i objaviti. Objavljivanje nau nog rada je veoma važno. Danas se sve više koristi postupak da autor kada završi prvu verziju, rukopis šalje na mišljenje istaknutim nau nicima, koji mogu da ukažu na propuste i da daju savete kako da se rukopis kvalitetnije napiše. Tek nakon toga se piše završna verzija rukopisa, ali time se ne završava i briga za objavljivanje nau nog rada.

Nije dovoljno samo objaviti rad bilo gde, kako se obi no esto ini, važno je proceniti kome treba rezultate saopštiti, pa se prema tome odabira i asopis. esto se doga a da drugi istraživa i do u kasnije do istih rezultata. Me utim, publikacija koja je ranije objavljena ima prioritet.

U današnjem veku postoji sve ve a potreba za lakonskim i jasnim izražavanjem. Razmišljanje o radu je potrebno najmanje tri puta: 1). do postavljanja eksperimenta; 2). za vreme izvo enja eksperimenta i 3). posle završetka eksperimenta. S toga je neophodno svoje misli na svakoj od ove tri etape zapisivati, im neka od njih padne na um. Potrebno je imati omanji blok, ili svesku i zapisivati korisne misli, rešenja i drugo. Završavaju i odre enu seriju ogleada, dobijene rezultate odmah treba opisivati i interpretirati. Na kraju rada takvi delovi mogu poslužiti kao gotovi »blokovi« rada. Njih je potrebno samo »spojiti« - napraviti logi ne prelaze i gra a za rad je gotova.

U ve ini slu ajeva kvalitet nau nog rada ne zavisi od njegovog obima. U ve ini asopisa obim nau nog rada je od 4 do 8 ili 12 stranica, pa najviše do jednog autorskog tabaka (oko 16 stranica). Od bitnog je zna aja da predmet istraživanja bude što više obuhva en, odnosno rešen i da rad predstavlja odgovor na postavljeno pitanje definisano s ciljem istraživanja. U radu treba da se istaknu otkri a novih dotada nepoznatih injenica ili mogu nosti primena novih metodoloških postupaka. U njemu treba da dominiraju originalnost rezultata li nih istraživanja i razmišljanja.

Naslov rada

Naslov rada treba da bude kratak, ali da daje jasan odraz u injenih istraživanja. Naslov mora sa što manje slova, odnosno reči da prikaže sadržaj celog rada. Iako se dužina naslova, takoreči, propisuje. Tako u SAD neke institucije dozvoljavaju da naslov ima maksimum 56 slova.

Autori

U zavisnosti od časopisa, odnosno publikacije, autori mogu biti navedeni ispod naslova rada, odnosno iznad njega. U svakom slučaju, redosled autora trebalo bi da bude takav kakav je bio i njihov doprinos u naučnom radu. Ima časopisa u kojima se daju autori po abecedi. Posle imena autora navode se institucije gde oni rade. Ako autori ne rade u istoj instituciji, moraju se dati određeni znaci pored imena i institucije, kako bi se utvrdilo gde koji autor radi.

Izvod

Izvod (sažetak – prikaz) na engleskom jeziku abstrakt, daje se odmah posle naslova rada. U njemu treba da se iznesu najbitniji rezultati celog rada, ali veoma kratko – telegramske.

Izvod treba da sadrži podatke o cilju istraživanja, primenjenim metodima, postignutim rezultatima i najvažnijim zaključcima. On mora biti napisan na jeziku na kome je napisan i rad. Obično se izvod piše kao jedna celina, to jest bez stavki.

Izvod treba da čitaocu pomogne da se odluči da li da pročita ceo rad. Navodi se puno razloga za izradu izvoda i to: 1). izvor korišćenja naučnih informacija; 2). nadoknada čitanja naučnog rada; 3). ušteda vremena; 4). dobijanje informacije bez znanja originalnog jezika na kome je rad štampan; 5). lakše nalaženje izvora, ako je izvod klasifikovan; 6). dodatne informacije koje nisu date u naslovu; 7). pomaže i olakšava sačinjavanje raznih klasifikacija, bibliografija i dr. Izvod se daje sa najviše 250 reči.

Ključne reči

Ključne reči daju najbitnije pojmove sadržane u tekstu rada, one su u prirodnim naukama termini sadržanih reči, koje su bitne osnove za određeni rad. Najviše se daje do 10 ključnih reči.

Uvod

U uvodu se iznosi ideja i cilj istraživanja. On treba da bude napisan kratko – obično na jednoj do dve stranice teksta. No, bez obzira na njegovu kratkoću, ovaj deo rada ima svoj algoritam, svoju logičnu postupnost. Uvod treba da bude muzička uvertira i da čitaocu harmonično uvede u dalje izlaganje. U početku se piše šta je već poznato o tom problemu, zatim se govori o tome šta je još nepoznato ili neobjašnjeno, samim tim se na »kartu znanja« nanosi »bela mrlja« određenog problema. Treba se postarati da se problem formuliše jasno, u formi strogo

postulata. Uvod treba završiti sa »zadatak našeg rada je bio« u kome se jasno ocrtavaju razmere svojih obaveza pred čitaocima.

Metodika

Izbor metodike rada je bazi no pitanje u istraživa kom radu. Ono zahteva određeno znanje i iskustvo otuda izbor metodike treba prepustiti iskusnijem istraživa u ili se bar konsultovati prethodno sa odgovaraju im nau nicima.

Svi metodi istraživanja mogu se grupisati u tri osnovne grupe nau noistraživa kih metoda, karakteristi nih za razli ite grupe nauka.

Normativni metod naj eš e koristi statisti ke podatke i on treba da prona e, prover i proceni odgovaraju u normu, prosek i standard za bilo koji fenomen u svetu ili životu.

Eksperimentalni metod se zasniva na eksperimentu. Primenjuje se naj eš e u prirodnim naukama. Za ovaj metod je važno da se dobiju reproducibilni rezultati pri ponavljanju ogleda sa istim metodološkim postupkom i u istim uslovima izvo enja eksperimenta.

Istorijski metod uzima u obzir osnovne injenice: hronologiju doga aja kao i njihov razvoj, uzrok i posledice. Da bi se ovo utvrdilo, koriste se raznovrsni spisi i dokumenti. Ovaj metod se naj eš e koristi u društveno – istorijskim naukama.

Metodika treba da bude opisana detaljno. Ona treba da bude napisana tako da se prilikom provere dobijenih rezultata može primeniti. Me utim, potrebno je imati na umu ograni enje pisanja rada, pa u tom slu aju ne treba davati nepotrebne detalje u metodici.

Standardne metode tako e ne treba opisivati, ve se pozvati na literaturu, priručnik, odnosno praktikum. Me utim, ako se koriste nestandardni metodi, nužno je saopštiti princip metoda i pri tome dati detalje operacije. Tako e, autor se može pozivati na svoju prethodnu publikaciju u kojoj je tehnika i metodika rada bila podrobno opisana. Na kraju metodike rada obavezno ukazati na broj ponavljanja svakog ogleda. Najzad, treba ista i kojim metodom su rezultati statisti ki obra eni.

Rezultati

Potrebno je da se odvoji iznošenje rezultata od njihovog tuma enja. S toga se u ovom poglavlju izlažu samo dobijeni rezultati po mogu nosti bez komentara, jer svi komentari i interpretacije daju se u poglavlju – »Tuma enje«. Ne treba se zavaravati da se svi radovi itaju u celini.

Ne treba prikazivati sve rezultate, ve samo osnovne i reprezentativne. Tako, na primer, ako su eksperimenti izvedeni tri puta i u svima dobijeni rezultati koji imaju iste tendencije, onda se treba zadržati na prose nim rezultatima za sva tri ogleda, tj. ne iznositi rezultate za svaki ogled posebno. Treba težiti da se odvoji bitno od nebitnog pri iznošenju dobijenih rezultata.

Opisivanje rezultata treba da bude kratko. Neusiljeno iznošenje naučnih činjenica je umetnost. Nejasno je u radu, bolje je zaobilaziti, nego se upuštati u nerazumna objašnjenja. Naučnik radi zaslužujući pitanje ponovo i to nekoliko puta.

Tumačenje rezultata

Zadatak ovog poglavlja je uopštavanje i objašnjavanje dobijenih i opisanih rezultata u prethodnom poglavlju. Ovde treba mobilisati svoju naučnu maštu. Naslanjati pojedine rezultate jedne na druge. Tražiti unutrašnju vezu među njima. Postarati se da se iz njih postupno sagradi lanac uzroka i posledica. Veoma je bitno da se sopstveni rezultati uporede i povežu sa rezultatima drugih autora. Ovo dozvoljava da se iz dobijenih činjenica izvuče informacija, koja se ne sadrži ni u jednom iz do sada objavljenih radova.

Tumačenje ili diskusija rezultata u suštini je deo teksta naučnog rada, koji govori o njihovom značenju. S toga treba merodavno oceniti vrednost kako njih, tako i svojih rezultata i njihov značaj, odnosno doprinos u rešavanju odgovarajućeg problema. Posebno treba istaći, na bazi dobijenih rezultata, nove probleme kao i puteve za njihovo istraživanje. Dopušteno je i iznošenje hipoteza.

Zaključci

Zaključak treba formulirati na takav način da sadrži odgovor na pitanje koje je postavljeno u uvodu, tj. u cilju rada. Na taj način krug je zatvoren.

Zadatak je izvesti iz dobijenih činjenica novu informaciju, a ne nabrajati činjenice koja su u radu izneta. Može se pasti u jednu od dve krajnosti: Prva krajnost je nepotrebna predostrožnost i ograničenje na konstataciju dobijenih činjenica, a druga nepotrebna smelost, tj. dati volju umu koristeći i dobijene činjenice samo kao povod za spekulacije. Rešenje ovoga leži po sredini.

Oцена objektivnosti rezultata

Da bi rezultati bili ubedljivi, treba da se ispune tri uslova: korektnost primenjenog metoda, tačnost dobijenih rezultata i mogućnost njihovog dobijanja pri ponavljanju. O korektnosti metoda već je govoreno u metodici rada, a sada bismo nešto istakli o tačnosti dobijenih efekata.

Rezultati određenih merenja imaju statistički karakter i oni se kolebaju oko neke srednje vrednosti, koja ih odražava objektivnu istinu. Da bismo se približili toj istini, o čemu je da svaki ogled treba izvesti nekoliko puta i u nekoliko ponavljanja. Ukoliko je ogled izveden nekoliko puta i u više ponavljanja, tim se više približavamo objektivnoj istini. Da bi rezultati bili ubedljivi, potrebno je da se obrade statistički.

Najzad, o reproducibilnosti rezultata može se suditi po tome što su rezultati sistematski reproducibilni u analognim uslovima. Zbog toga jedan ogled nije ogled, već je potrebno da se ponovi nekoliko puta. Broj ponavljanja oglada u seriji zavisi od varijabilnosti objekta, kao i od savesnosti eksperimentatora.

Autor je obavezan da sakupi sve moguće argumente, kako one za, tako i protiv. Veoma je korisno dati rukopis specijalisti, koji će ga prethodno pročitati i dati svoje mišljenje. Na kraju rada ne treba zaboraviti da mu se izrazi zahvalnost za pomoć.

Ilustracije

Ilustracijama nazivamo – tabele, grafikone, fotografije, koje su u suštini osnovni dokumenti, odnosno baza autorovih dokaza. Eksperiment daje niz brojeva iz kojih treba izvući odgovor, koji u stvari treba da objasni postojeću u zavisnosti od njima. Forme u kojima se ova zavisnost u radu izraziti nisu mnogobrojne. To su: tabele, krive, dijagrami i slike.

Tabele sadrže najviše podataka, ali su najmanje pregledne i informativne. Njima treba pribegavati kada nema dovoljno mesta da se rezultati prikažu krivama. Krive su znatno informativnije. One dozvoljavaju da se maksimumi i minimumi, prelomne funkcije, kao i pojedine tačke vide iz celine.

Poglavlje »Rezultati« su mesto primarnih dokumenata. Uopšte govoreći, tabele i grafikoni u suštini predstavljaju sopstvene rezultate a tekst je samo njihovo objašnjenje. Krive koje se međusobno upoređuju treba da su na jednom grafikonu, jer je upoređivanje lakše. Međutim, na jednom grafikonu ne treba da je više od tri do četiri krive. Sve ilustracije treba da su veoma jasne i tehnički besprekorne.

Citiranje literature

Literatura se citira u uvodu, metodici rada, dobijenim rezultatima i u diskusiji. U svakom ovom delu citiranje literature ima različit cilj. U uvodu zadatak citiranja je da se čitalac upozna sa predistorijom problema, koji treba da je lakonski, citiraju pregledne radove i monografije, koji su se pojavili poslednjih desetak godina. U metodici rada je već ukazano na citiranje literature, a u rezultatima i diskusiji literatura treba da pokaže sličnost ili razliku dobijenih podataka do sada objavljenih u literaturi. Ako postoje razlike sa literaturnim podacima, one se mogu kratko opisati, kao i uslovi eksperimenta, koji bi mogli biti uzrok ovih razlika.

U poglavlju »Tumačenje rezultata« citiranje literature je najvažnije i najodgovornije. Način citiranja literature u tekstu rada kao i u bibliografiji je specifičan za odgovarajući časopis.

Postoji više načina citiranja literature u tekstu rada. Rad se može citirati tako što se navodi prezime autora i godina kada je rad objavljen, primer: Epstein (1974) navodi da je ... , ili prezime autora i broj pod kojim je dotični autor naveden u spisku literature na kraju rada, na primer: Epstein (14) navodi da je ... ili samo broj autora pod kojim je naveden u literaturi na kraju rada, kao na primer: neki autori (14, 23) navode da Treba pomenuti sa autorom koji je prvi objavio rad o dotičnom problemu, zatim reći o njemu i završiti sa autorom koji je dao najnovije rezultate.

Ako se citira rad koji ima dva autora, tada u tekstu treba navesti oba prezimena, kao na primer: Epstein and Lauchli (1975), a ako rad koji se citira ima više od dva autora, tada se navodi samo prezime prvog autora uz dodatak: et al., na primer, Epstein et al. (1976).

Me utim, u spisku literature koji se daje na kraju rada treba navesti prezimena svih autora doti nog rada.

Autori u literaturi na kraju rada, tj. u bibliografiji, mogu se tako e na razli ite na ine citirati:

Epstein, E. (1974) naziv rada, naziv asopisa, broj asopisa i broj stranice od – do.

Epstein, E.: 1974 naziv rada, naziv asopisa, broj asopisa i broj stranice od – do.

Epstein, E. naziv rada, naziv asopisa, broj asopisa i broj stranice od – do 1974.

Navedeni na ini citiranja literature odnose se kako na nau ne asopise, tako i na knjige. Me utim, treba ista i da svaki asopis, odnosno izdava ima svoj na in citiranja literature, pa se autor predajom rukopisa na štampanje, obavezno mora pridržavati na ina citiranja literature toga asopisa.

Tako e, ako se koriste tu e tabele, slike i druge ilustracije, pored njihovih naziva mora se navesti i njihov izvor, tj. citirana literatura u bibliografiji.

Namerno izostavljanje tu ih doprinosa i necitiranje literaturnih izvora je pitanje etike i morala u nauci.

Jezik i stil

Dobar stil izlaganja je odraz pažnje prema itaocima i uvažavanje sopstvenog rada. Izlaganje treba da bude kratko, jasno i razumljivo. Izlišne re i lišavaju rad jasno e, ine ga »mutnim«. Treba lepo izraziti sve ono što je potrebno, ali ne sa više re i nego što je nužno. Re enice iznete na pola stranice su nedopustive. italac zaboravlja šta je autor u po etku rekao. Me utim, ne treba transformisati rad u telegram. Predstavite sebe kao itaoca. Treba izbegavati ponavljanje iste re i u re enici.

Nau ni radovi i dela pišu se književnim jezikom. Književni jezik nije jezik samo lepe književnosti, ve i jezik nauke, administracije, žurnalistike, sporta – on je jezik svakog obrazovanog oveka. Tako e, književni jezik shva en u najširem smislu re i ima opšte principe i norme: pravilnost, isto u i jasnost. Izbegavati upotrebu arhaizama, neologizama, provincijalizama, varvarizama.

Postoje dve osnovne vrste stila, to su usmeni – govorni i pisani – književni stil. Me utim, postoji više vrsta književnog stila: nau ni, umetni ki, poslovni i publicisti ki stil, koji se me usobno razlikuju. Nau nim stilom se pišu nau ni radovi iz raznih oblasti nauke. Nau ni stil mora da bude nedvosmisleno jasan i da nau na problematika o kojoj se govori bude stalna preokupacija i da se pažnja italaca ne odvra a od nau nog problema. Razumljivost, preciznost, jasnost i logi nost su njegove osnovne osobine.

Tehni ka kompozicija nau nog rada

Nau no delo treba da predstavlja harmoni nu celinu, koja je u zavisnosti od nau ne discipline, dobijenih rezultata i osobina autora tako raspore ena da se pregledno i jasno uo avaju svi njeni ve i i manji delovi.

Plan rada treba da bude što jasniji i da ne bude suviše komplikovan. Koliko će se vrsta simbola u radu koristiti, zavisi od obimnosti rada, od kojih se glavnih delova i njihovih nižih kategorija rad sastoji. Da bi se u radu izvršilo obeležavanje – numerisanje – mora da postoje najmanje dva dela ili njegove dve niže kategorije. Za obeležavanje ovih delova koriste se isto simboli slede im redosledom: rimski brojevi (I, II, ...) zatim velika slova (A, B, C, ...), zatim arapski brojevi (1, 2, ...), a ukoliko je broj kategorija veći, mogu se uvesti i arapski brojevi sa zagradom (1), (2) ... i mala slova sa zagradom ili bez nje, itd.

Kao primer navodi se sledeći

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPŠTI DEO	3
2.1. ASIMILACIJA AZOTA U BILJKAMA	3
2.1.1. Reduktivna asimilacija nitrata	6
2.1.2. Asimilacija amonijaka	6
2.1.3. Biosinteza aminokiselina	10
2.1.4. Metabolizam azota u C3 i C4 biljkama	13
2.2. ENZIMOLOGIJA ASIMILACIJE I METABOLIZMA AZOTA	15
2.2.1. Nitrat – reduktaza	16
2.2.1.1. Strukture i katalitičke osobine	17
2.2.1.2. Donori elektrona za nitrat – reduktazu	20
2.2.1.3. Regulacija aktivnosti	24
2.2.2. Nitrit – reduktaza	28
2.2.2.1. Struktura i katalitičke osobine	30
2.2.2.2. Donori elektrona za nitrit – reduktazu	31
2.2.2.3. Lokalizacija nitrit – reduktaze	32
2.2.3. Glutamin – sintetaza	33
2.2.3.1. Struktura i katalitičke osobine	35
2.2.3.2. Mehanizam reakcije	37
3. EKSPERIMENTALNI DEO	39
3.1. MATERIJAL	40
3.2. METODI RADA	41
3.2.1. Ekstrakcija enzima asimilacije i metabolizma azota	42
3.2.2. Određivanje aktivnosti nitrat – reduktaze	43
3.2.3. Određivanje aktivnosti glutamin – sintetaze	44
3.2.4. Određivanje aktivnosti glutamin – sinteze	45
3.2.5. Određivanje aktivnosti glutamat – dehidrogenaze	46
4. REZULTATI I DISKUSIJA	47
4.1. AKTIVNOSTI PRIMARNIH ENZIMA ASIMILACIJE I METABOLIZMA AZOTA U LISTU I KORENU INBRED – LINIJA KUKURUZA	48
4.2. SADRŽAJ AZOTA, UKUPNIH I RASTVORLJIVIH PROTEINA I AMINOKISELINA U LISTU I KORENU KUKURUZA	55
4.3. MASA SUVE MATERIJE U NADZEMNOM DELU I KORENU BILJAKA KUKURUZA	62
5. ZAKLJUČAK	69
6. LITERATURA	74

Rad bez naslova i podnaslova može da komplikuje brzo sagledavanje plana nau nog dela. Me utim, to je opet stvar brzine snalaženja italaca. Tehni ka obrada kompozicije nau nog dela, kao i naslova pojedinih delova zavisi u prvom redu od autora. Detaljno razra en plan rada je velika olakšica autora u pisanju.

Lektorisanje rukopisa i korektura

Rukopisi nau nih radova obi no se lektorišu. Lektorisanje se poverava stru njaku za jezik. Lektor, itaju i rukopis u prvom redu obra a pažnju na gramatiku i pravopis. Me utim, pošto su u nau noj i stru noj terminologiji sve eš i specifi ni termini, koji su lektoru nepoznati, bilo bi korisno da autor sara uje sa lektorom.

Sukcesivno sa štampanjem, tekst se šalje korektoru na prvu, a zatim na drugu korekturu. Doga a se da korektor ne otklanja samo štamparske greške, ve on popravlja i lektora i autora rada.

Zna aj recenzije nau nog rada

Nau ni rad treba da zadovolji slede i zahtev i to: ako je eksperimentalnog karaktera, u njemu treba da je izneto dovoljno podataka da bi drugi nau nik mogao ponoviti eksperiment, a ako je teorijski, potrebno je da su jasno formulisane osnovne postavke i misli na kojima se bazira teoretska gra a.

Nau ni rad mora da zadovolji sve kriterijume, koji su izneti, a posebno treba da predstavlja doprinos nau noj misli u odre enoj disciplini. Zbog toga se prispeli rukopisi u uredništvu asopisa, posle pregleda urednika, šalju na ocenu najmanje jednom recenzentu. U mnogim zemljama rad recenziraju dva nau nika. Recenzenti su iz istog podru ja istraživanja iz koga je i rukopis rada. Mišljenje recenzenta odredi e dalju sudbinu rada. Rad se može prihvatiti u onakvom obliku u kakvom ga je dostavio autor, mogu se zahtevati odre ene ispravke s ciljem poboljšanja njegovog kvaliteta, a može se i odbiti. Recenzenti po pravilu ne bi trebalo da budu iz iste institucije u kojoj autor ili autori rade. Ugledni svetski asopisi esto šalju radove recenzentima u drugim zemljama i oni su po pravilu anonimni. U ve ini slu ajeva, uredništva me unarodnih asopisa vra aju autorima oko polovinu prispelih radova.

Zahvalnost

Mnogi autori, pre nego što završe rukopis za štampu, sami ga šalju odgovaraju im nau nicima na mišljenje. Uobi ajeno je da se na kraju rada autori zahvale nau nicima, koji su rukopis pregledali.

Me utim, pored ove vrste zahvalnosti, autori su dužni da na odre eni na in istaknu pismenu zahvalnost instituciji i kolegama, koji su im dali objekte za rad (mikroorganizme, biljni materijal, hemikalije i dr.), pozajmili opremu, itd. I najzad, uobi ajeno je da se napomene ko je istraživanja finansirao.

Pisanje stručnog rada

Iako je katkad teško razgraničiti naučni rad od stručnog rada, ipak se mogu ista i razlike između ove dve vrste rada:

Kao što je već rečeno, naučni rad obrađuje problem u kome treba da se otkrije nešto novo. Sa tim ciljem primenjuju se odgovarajuće i eksperimentalni metodi, a dobijeni rezultati predstavljaju nov doprinos nauci. Stručni rad obrađuje problematiku, koja je već naučno obrađivana i rezultati koji se otkrivaju su u principu poznati. Stručni rad može da ima kompoziciju sličnu naučnom radu, međutim, ne mora biti snabdeven literaturnim podacima, a rezultati ne moraju biti statistički obrađeni. I najzad, ova vrsta radova štampa se u odgovarajućim stručnim časopisima.

Pisanje referata za naučne skupove

Referati za naučne skupove obično se pišu po uzoru na naučni rad, koji se štampa u nekom određenom naučnom časopisu. Obično se za ove referate ograničava ne samo vreme izlaganja, već i obim rukopisa. Naravno, ovo zavisi od karaktera referata. Postoje više vrsta referata – planirani referati naučnog skupa, referati u određenim grupama skupa – simpozijumima, sekcijama i dr. Organizacioni odbor naučnog skupa daje vrlo detaljna i precizna uputstva za pisanje ovakvih referata. Referati se obično štampaju u celini u zborniku naučnog skupa.

Priprema postera

Pre dvadesetak godina počelo se sa prezentiranjem radova na naučnim skupovima na jedan do tada novi i specifičan način. To je priprema materijala naučnih istraživanja i njihovo prikazivanje na panelima, na kome se daju tekst i ilustracije (tabele, slike, grafikoni). Veliki prostor predviđen za poster, odnosno njegove dimenzije određuju se od organizacionog odbora i učesnici se najmanje šest meseci pre održavanja skupa obaveštavaju o svim tehničkim detaljima važnim za primenu postera.

SEMINARSKI RAD:

Koriste i svoj već prethodno izrađeni i odbranjeni diplomski rad na osnovnim studijama, svaki kandidat će napisati ili jedan stručni rad ili referat za naučne skupove ili poster prezentaciju. Pri tome koristi se formu opisanu u prethodnom tekstu. Kao ilustracija, dat je jedan od takvih radova u prilogu.

PRILOG: Stručni rad.

EXPERIMENTS ON ULTRASONICALLY GENERATED AEROSOLS: RESULTS AND COMMENTS

DRAGAN ŠARKOVI *and* VUKOTA BABOVI *

College of agriculture and food processing staff, Prokuplje, SCG, shdragan@bankerinter.net

** Faculty of Science, Kragujevac, SCG, babovic@verat.net*

ABSTRACT

In this paper the authors report on several experimental, theoretical and numerical results which concern to the problem of spraying of liquids by means of two originally developed atomizers using efficient ultrasound transducers. Some measurements of physical parameters of aerosol droplets (which include method of microscopic computerized observation) are presented. We have also tried to get a statistical insight into the ensemble of droplets in liquid clouds. A semi-theoretical distribution function was invented which proved as useful in treating experimental data and planning measurements. Finally, we have listed some possibilities of industrial and laboratorial applications of our aerosols based on various specialized oils.

Keywords: Ultrasound, aerosol, atomization

1. Introduction

The processes of substance spraying are important in many branches of applied physics. Atomization can be achieved by various means; especially are interesting the processes based on ultrasonically driven transducers [1]. These atomizers, acting on chosen liquids, give clouds of more or less tiny droplets in air. Such a colloidal solution in a gaseous solvent is known as an aerosol.

Atomizers which use ultrasound vibrations can be classified in two main groups:

- 1). Electrically driven sprayers (EDS); they could be further recognized as:
 - 1.a).- low-frequency EDS (for use in liquid layers),
 - 1.b).- high-frequency EDS (giving fountain effects), and
- 2). Pneumatically driven sprayers.

In what follows we report on some results connected with the first class of sprayers only.

2. Experimental results

Low frequency EDS differ very much from high-frequency EDS in both constructional and technological details. Low-frequency EDS usually works in the frequency domain 16 kHz – 125 kHz (most types of set-ups use 40 kHz). High-frequency EDS are in the domain 125 kHz – 5MHz (often at 2MHz).

Low-frequency EDS deal with liquids layers; the layer covers the oscillating plate forced at the frequency f ; standing capillary waves are formed on the air/liquid interface. As the amplitude of oscillations grows, the amplitude of surface wave also grows and finally reaches the critical value. So,

droplets of liquids are launched from crests of waves. The mean diameter of droplets measures several tens of micrometers.

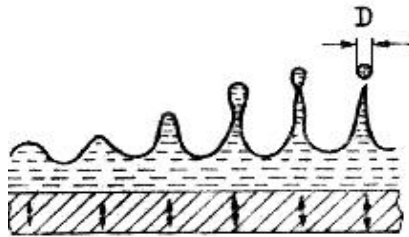


Fig. 1. *Illustration of aerosol generation process via standing capillary waves* [2]

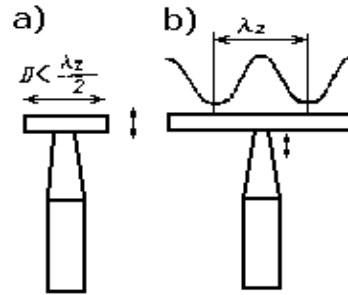


Fig. 2. *Some types of oscillating plates*

Usually, piezoceramic transducers used in ultrasound set-ups are devised as half-wave resonators working at basic frequency or at odd harmonics.

The half-wave source of radiations is a piezoelement (circular or square plate), as a rule width-polarized. The width at the frequency of the basic resonance, f_0 , is given by the expressions:

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{c}{2 \cdot f_0} \quad (1)$$

where: λ - the wavelength and c - the velocity of ultrasound in the given material.

Lower resonant frequency requires thicker piezoelements. On the other hand, piezoelements with enhanced cross-sectional area are more energetic.

The coefficient of efficiency for large piezoelements is relatively low. Both big volume and small coefficient of thermal conductivity lead to rapid overheating.

The half-wave source of radiation is most efficient in the central part of its active plate (peripheries act as inert masses). In practice, transducers of complex structure are popular: a small piezoelement placed between passive elements.

The mean droplet diameter D is correlated with the capillary wavelength via the experimentally deduced connection:

$$D = 0,34 \cdot \lambda = 0,34 \cdot \sqrt[3]{\frac{8\pi\delta}{\rho \cdot f^2}} \quad (2)$$

Here, δ - the coefficient of surface tension, ρ - the density of liquid and f - the oscillator frequency.

We present now Figs 3-9 which show details of construction, outlook of water spraying and samples of aerosol droplets.

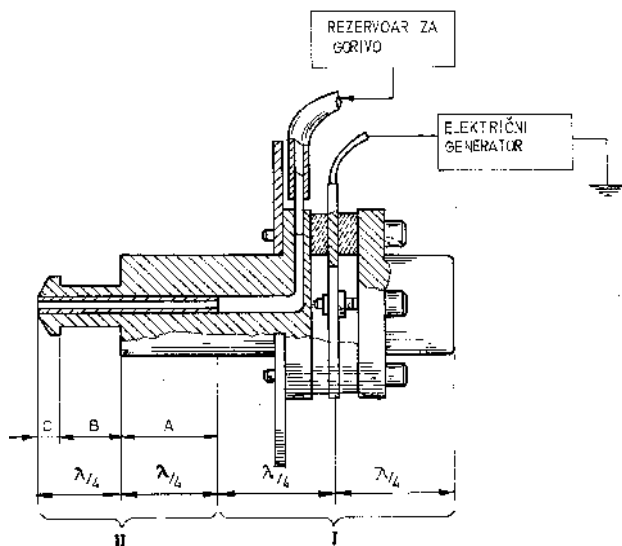


Fig. 3. Realized ultrasonic sprayer
 $f = 40 \text{ kHz}$ (cross-section);
 I – transducer, II - sonotrode

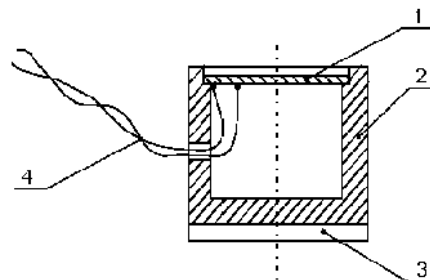


Fig. 4. Realized ultrasonic sprayer
 $f = 1.7 \text{ MHz}$ (cross-section);
 1–piezoceramic plate,
 2–cylinder, 3–basin, 4–supplier

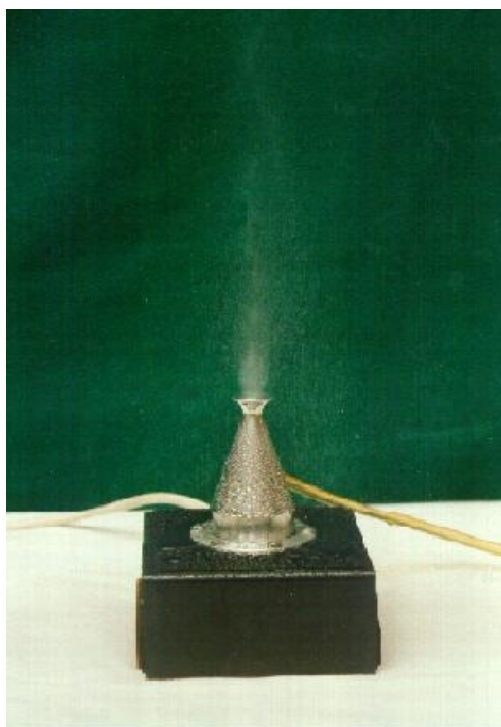


Fig. 5. Ultrasonic sprayer
 $f = 40 \text{ kHz}$, in action

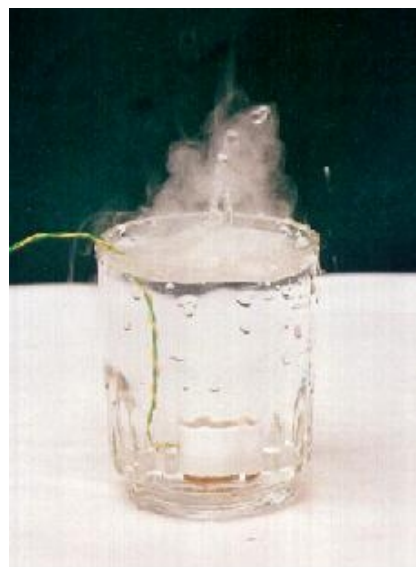


Fig. 6. Ultrasonic sprayer
 $f = 1,7 \text{ MHz}$, in action

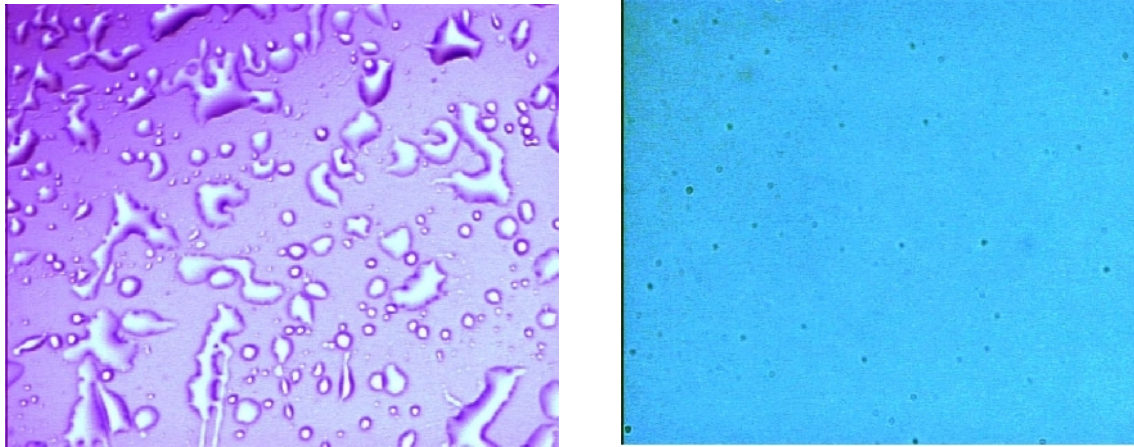


Fig. 7. Droplets of water aerosol prepared for microscopic analyze; $f = 40 \text{ kHz}$ (left), $f = 1.7 \text{ MHz}$ (right); see [5]

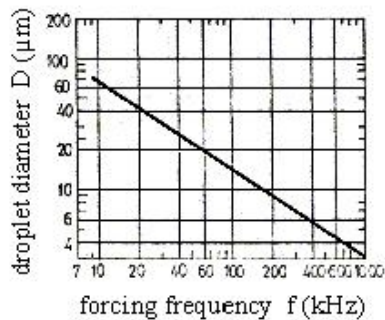


Fig. 8. Droplet size vs. frequency

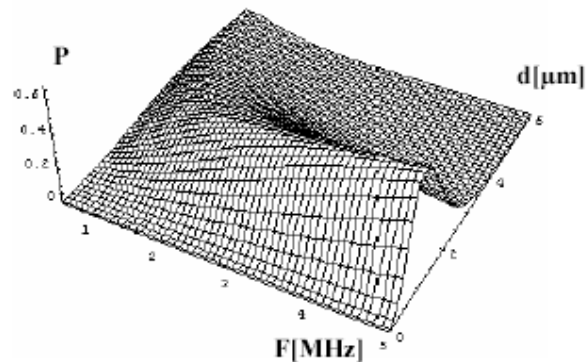


Fig.9. Three - dimensional plot of density function of probability; see [4]

3. Possibilities of ultrasonic aerosol technologies and our motivation

The list of known applications of ultrasound sprayers is impressive. We mention here some of them: deposition of thin films on glass and other surfaces; production of powders by means of dry aerosol technologies; moistening with fine water aerosols; addition of perfumes; improvements of food quality; dosing of reagents in chemical reactions; fine regulation of combustion in motors... Our main intention is the application in tobacco industry: we expect improvements of some basic parameters in aromatization processes.

4. References

- [1] R.J.Lang, *Ultrasonic Atomization of Liquids*, The Journal of the Acoustical Society of America, 1962, 34, 1, p. 6-8.
- [2] W.D.Drewns, *Flüssigkeitszerstäubung durch Ultraschall*, Elektronik – München, 1979, 10, p.83-86
- [3] D. Šarkovi , *Ultrasonic Atomization of Liquids*, (in Serbian) M.A.Thesis, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana, 1985, p. 54 - 161.
- [4] D. Šarkovi , V. Babovi , *Construction and functioning of an efficient ultrasonic atomizer*, Kragujevac, J. Sci. 24 (2002), p. 41-55.
- [5] D. Šarkovi , V. Babovi , *Experiments on water aerosol estimations of droplet parameters*, Niš, J. Sci. Vol. 2, No. 4 (2002), p. 201 - 214.