



## ВЕСТИ из ШКОЛА ВЕСТИ за ШКОЛЕ

ДРАГИЦА ШИШОВИЋ, Хемијски факултет, Београд

### ЗНАЊЕ ХЕМИЈЕ НА ПРИЈЕМНОМ ИСПИТУ НА ХЕМИЈСКОМ ФАКУЛТЕТУ У БЕОГРАДУ (ПРВИ ДЕО)

У наставном програму хемије за гимназију наведено је да је циљ учења продубљивање знања из хемије (опште, неорганске, органске, биохемије и примењене хемије), неопходних за научно тумачење и разумевање појава и промена у природи, и стицање основних знања за наставак образовања на вишим школама и факултетима.

Какву основу за наставак образовања даје средња школа?

Да би се добио одговор на постављено питање анализиран је успех на тестовима са пријемних испита на Хемијском факултету Универзитета у Београду, држаних у јуну и септембру од 1995. до 2000. године. Обрађени су резултати 839 кандидата. Године 1999. пријемни испити нису одржани, већ су студенти уписивани на основу успеха у средњој школи.

Тестовима је провераван ниво усвојености основних хемијских појмова из области опште, неорганске и органске хемије. Задацима је углавном проверавано знање на нивоима разумевања и примене. Сваки тест имао је по 15 задатака, а максимални број поена износио је 60. Статистичкој обради резултата тестирања претходило је поновно бодовање тестова тако што је сваки захтев носио по један поен. На тај начин омогућено је одређивање фреквенције сваког одговора.

У овом раду представљен је успех кандидата у периоду 1995-1997. године, а у следећем броју Хемијског прегледа биће представљена постигнућа у периоду 1998-2000. године.

#### РЕЗУЛТАТИ ТЕСТИРАЊА

У табели 1. представљене су карактеристике дистрибуција постигнутих резултата на тестовима (аритметичка средина,  $\bar{x}$  стандардна девијација,  $\sigma$  и коефицијент варијације,  $V$ ), као и укупни проценти тачних одговора,  $p$ . На сликама 1-6. графички су представљене дистрибуције резултата.

Подаци у табели 1. показују да су кандидати у јунским роковима имали бољи укупни проценат тачних одговора од оних који су тестове решавали у септембру исте године. Помоћут-теста испитано је да ли се постигнућа у јунским и септембарским роковима статистички значајно разликују. Нађено је да је разлика између процената тачних одговора статистич-

ки значајна за тестове из јуна и септембра 1996. године ( $t=2,54$ , и статистички је значајно на нивоу 0,05).

**Табела 1. Карактеристике дистрибуција резултата на тестовима пријемних испита одржаних у јуну и септембру од 1995. до 1997. године**

Рок	N <sup>a</sup>	$\bar{x}$	p %	$\sigma$	V %
јун ' 1995.	139	18,63	37,40	8,11	43,53
септембар 1995.	82	14,28	28,56	7,66	53,64
јун ' 1996.	113	29,93	56,86	11,01	36,79
септембар 1996.	54	17,80	38,61	7,77	43,65
јун ' 1997.	109	22,54	56,35	8,06	35,76
септембар 1997.	27	15,89	42,94	7,87	49,53

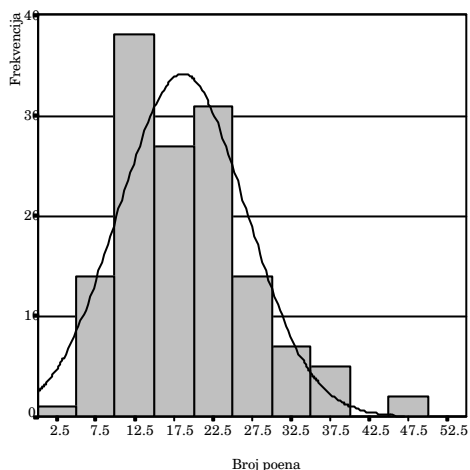
а. N представља број ученика који су полагали пријемни испит и стекли услов да буду уписани.

Може се запазити да су дистрибуције резултата у јуну и септембру 1995, као и у септембарским роковима 1996. и 1997. године, померене према нижим резултатима.

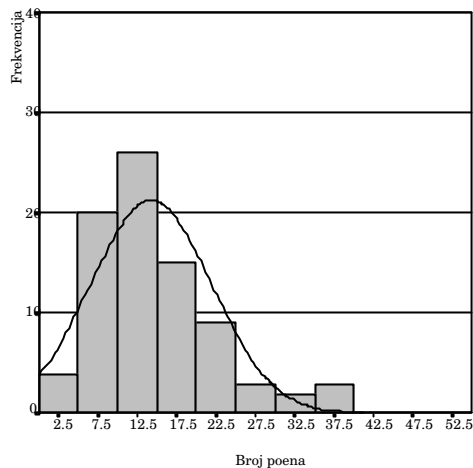
У табели 2. представљен је просечни успех кандидата у средњој школи. Подаци показују да су у јунским роковима конкурисали ученици који су имали виши просечни успех од оних који су конкурисали у септембарским роковима. Тако су разлике у постигнућима на тестовима сагласне са просечним успехом у току четири године средње школе. Коефицијенти варијације показују да се кандидати међусобно нису много разликовали по успеху из средње школе.

**Табела 2. Просечни успех кандидата у средњој школи**

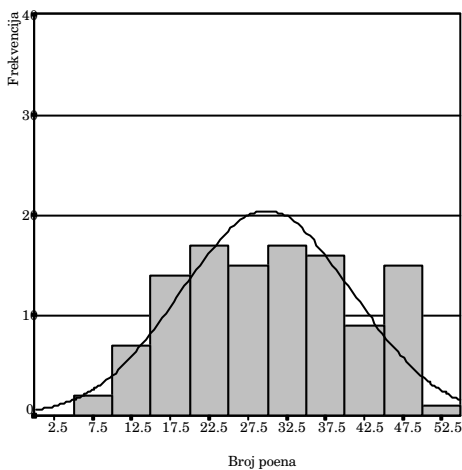
Рок	N	$\bar{x}$	$\sigma$	V	нај-слабији успех	нај-бољи успех
јун 1995.	139	4,20	0,58	13,81	2,46	5,00
септембар 1995.	82	3,75	0,68	18,13	2,27	5,00
јун' 1996.	113	4,15	0,63	15,18	2,77	5,00
септембар 1996.	54	3,82	0,67	17,54	2,60	5,00
јун' 1997.	109	4,14	0,68	16,42	2,52	5,00
септембар 1997.	27	3,88	0,64	16,49	2,66	4,84



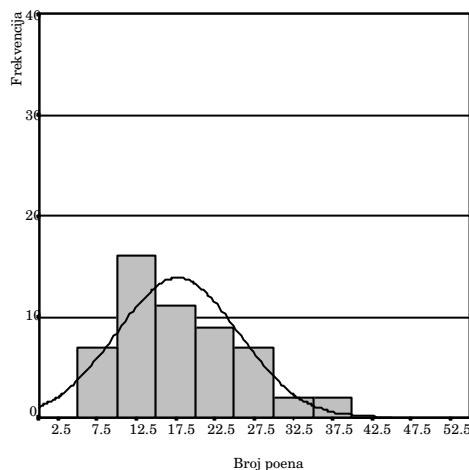
Слика 1. Дистрибуција резултата - јун 1995.



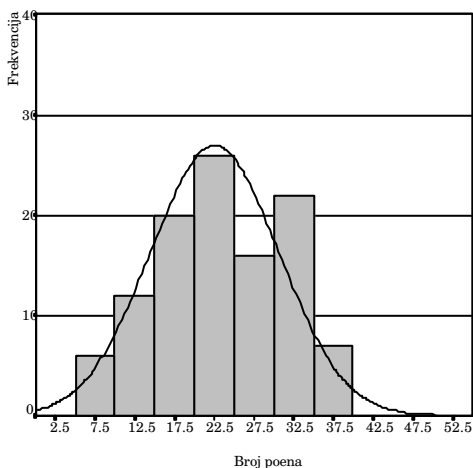
Слика 2. Дистрибуција резултата - септембар 1995.



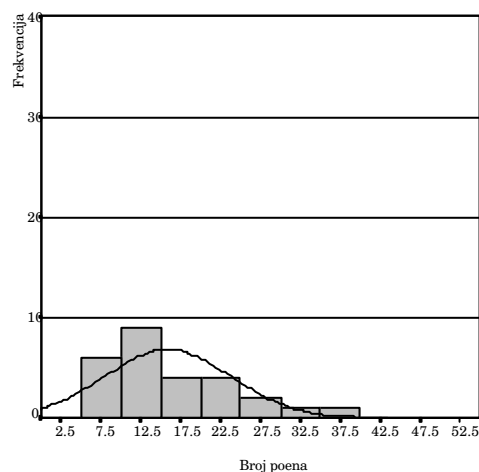
Слика 3. Дистрибуција резултата - јун 1996.



Слика 4. Дистрибуција резултата - септембар 1996.



Слика 5. Дистрибуција резултата - јун 1997.



Слика 6. Дистрибуција резултата - септембар 1997.

У табели 3. наведени су укупни проценти тачних одговора на задацима из опште, неорганске и органске хемије.

Подаци у табели 3. показују да је у три од шест рокова разлика у процентима тачних одговора на задацима из опште и неорганске хемије и органске хе-

мије већа од 10%, док су у осталим роковима укупна постигнућа из наведених области уједначена. Разлика у процентима тачних одговора посебно је велика у јуну 1995, а вредност t-теста показује да је статистички значајна на нивоу 0,01.

**Табела 3. Укупни проценти тачних одговора на задацима из опште, неорганске и органске хемије**

Рок	Општа и неорганска хемија	Органска хемија	Poin-Po	t
јун 1995.	45,09	27,60	17,49	2,98
септембар 1995.	34,29	22,36	11,93	1,72
јун' 1996.	59,07	60,50	-1,43	-0,15
септембар 1996.	43,59	32,13	11,46	1,28
јун' 1997.	55,79	56,97	-1,18	-0,15
септембар 1997.	40,70	46,20	-5,5	-0,37

У табелама 4-9. представљени су проценти тачних и нетачних одговора „по појму“, као и проценат ученика који нису решавали захтеве. У табели 4. наведени су подаци добијени анализом успеха на пријемном испиту одржаном у јуну 1995. године. Тест је имао укупно 50 захтева: 28 из области опште и неорганске хемије и 22 из области органске хемије.

**Табела 4. Успех "по појму" на пријемном испиту одржаном у јуну 1995. године**

Појам	Ниво	Ред. бр.	Σ (+)%	Σ (-)%	Σ (0)%
Емпријска формула	примена	1.	36,0	38,1	25,9
Поларност молекула	разумевање	2.	60,4	27,6	12,0
Водонична веза ⇌ Температура кључања	примена	3.	38,1	56,1	5,8
Хемијска својства угљеник(IV)-оксида	разумевање	4.	55,6	12,6	31,8
Енергетски дијаграм тока реакције (Еа, ΔН)	разумевање	5.	18,8	16,8	64,4
Структурне формуле Називи једињења	примена	6.	54,7	25,7	19,7
	примена	6.	41,2	36,7	22,1
Једначине хемијских реакција - неорганска - органска	разумевање	7.	54,0	40,3	5,8
	разумевање	7.	49,3	47,5	3,2
Константа равнотеже	примена	8.	6,5	53,2	40,3
Утицај притиска, температуре и концентрације на хемијску равнотежу	примена	9.	70,2	24,6	5,1
Масени удео раствора	примена	10.	23,0	48,2	28,8
Оксидо-редукција	примена	11. а	66,2	17,3	16,5
Стехиометријска израчунавања	примена	11. б, 15 а	15,8	20,5	63,7
рОН вредност, хидролиза	разумевање	12.	48,7	22,3	29,0
Хемијска својства алкена, алкохола и алдехида	разумевање	13.	34,4	50,5	84,9
Добијање алкохола, алкил-халогенида кетона Називи једињења	примена	14.	11,8	18,3	70,0
	примена	14.	5,4	18,3	76,3
Хидролиза скроба и целулозе	разумевање	15. б	13,0	38,1	48,9

У септембарском року усвојеност истих појмова проверена је на другим примерима. Тест је имао укупно 50 захтева: 26 из области опште и неорганске хемије и 24 из области органске хемије. У табели 5. наведени су подаци добијени анализом резултата теста из септембра 1995. године.

**Табела 5. Успех "по појму" на пријемном испиту одржаном у септембру 1995. године**

Појам	Ниво	Р. бр.	Σ (+)%	Σ (-)%	Σ (0)%
Емпријска формула	примена	1.	30,5	26,8	42,7
Поларност молекула	разумевање	2.	55,5	29,7	14,8
Водонична веза ⇌ Температура кључања	примена	3.	4,9	76,8	18,3
Хемијска својства азотне киселине	разумевање	4.	41,1	33,5	25,4
Енергетски дијаграм тока реакције (Еа, ΔН)	разумевање	5.	13,0	19,9	67,07
Структурне формуле Називи једињења	примена	6.	28,9	55,7	44,3
	примена	6.	22,8	49,6	50,4
Једначине хемијских реакција - неорганска - органска	разумевање	7.	46,3	43,3	10,4
	разумевање	7.	57,9	34,8	7,3
Константа равнотеже Утицај притиска, температуре и концентрације на хемијску равнотежу	примена	8.	0,0	34,2	65,8
	примена	9.	49,0	35,4	15,6
Масени удео раствора	примена	10.	12,2	51,2	36,6
Оксидо-редукција	примена	11. а	54,9	28,0	17,1
Стехиометријска израчунавања	примена	11. б, 15 а	10,4	15,8	73,8
рОН вредност, хидролиза	разумевање	12.	42,3	17,7	40,0
Хемијска својства бензил-алкохола, фенола и бензојеве киселине	разумевање	13.	20,1	39,2	40,7
Добијање алкохола, карбокс. киселина и естара Називи једињења	примена	14.	18,3	10,2	71,5
	примена	14.	16,5	14,9	68,6
Хидролиза масти	разумевање	15. б	15,8	18,3	65,9

У табели 6. наведени су подаци добијени анализом успеха на пријемном испиту одржаном у јуну 1996. Тест је имао укупно 50 захтева: 23 из области опште и неорганске хемије и 27 из области органске хемије.

**Табела 6. Успех "по појму" на пријемном испиту одржаном у јуну 1996. године**

Појам	Ниво	Ред. бр.	Σ(+)%	Σ (-)%	Σ(0)%
Маса атома ⇌ релативна атомска маса ⇌ моларна маса	разумевање	1.	37,2	31,8	31,0
Стехиометријска израчунавања	примена	2, 13. и 14.	40,0	37,0	23,0
Одређивање молекулске формуле	примена	3.	45,1	24,8	30,1
Хидролиза соли	разумевање	4.	70,4	19,8	9,8
Хемијска веза, електронегативност	примена	5.	76,8	22,4	0,9
Оксидо-редукција. Напонски низ метала	примена	7.	52,9	39,1	8,0
Добијање хлора - хемијске једначине	примена	11.	57,1	24,8	18,1
$pH \Leftrightarrow [H^+] \Leftrightarrow [OH^-]$	примена	15.	78,8	7,1	14,8
Утицај концентрације на хемијску равнотежу	примена	8. б и ц	66,0	11,1	23,0
Класе органских једињења	препознавање	6.	49,4	30,4	20,2
Естерификација	примена	8. а	31,0	46,9	22,1
Структурне формуле алкохола и естара	примена	9. и 12.	80,8	13,0	6,2

Назив алкохола и етара према IUPAC-овој номенклатури	примена	9. и 12.	69,2	18,9	11,9
Физичка својства алкохола и етара	разумевање	9. е	53,1	23,0	23,9
Реакција алкохола са натријумом	примена	9. ф	61,1	17,7	21,2
Хибридизација	примена	10.	46,7	18,2	35,2

У табели 7. наведени су подаци добијени анализом резултата тестирања изведеног у септембру 1996. године. Тест је имао 26 захтева из области опште и неорганске хемије и 20 захтева из области органске хемије.

**Табела 7. Успех „по појму“ на пријемном испиту одржаном у септембру 1996. године**

Појам	Ниво	Ред. бр	Σ (+)%	Σ (-)%	Σ (0)%
Маса молекула ⇔ релативна молекулска маса ⇔ моларна маса	разумевање	1.	23,5	32,1	44,4
Количина супстанце, Авогадров број	примена	2.	18,5	49,0	32,4
Одређивање молекулских формула	примена	3.	42,6	18,5	38,9
Константа равнотеже (естрификација)	примена	4.	0,0	46,3	53,7
pH и pOH вредност	разумевање	5.	66,2	33,8	0,0
Хидролиза	разумевање	10.	52,5	45,3	2,2
Раствори – масени удео	примена	6.	11,1	59,3	29,6
Енергетске промене при физичким и хемијским променама супстанци	разумевање	7.	43,5	46,8	9,7
Енергетски дијаграм (Еа, ΔH)	разумевање	13.	32,7	43,8	23,5
Једначине реакција азотне киселине	примена	12.	38,3	48,1	13,6
Реакције етаноил-хлорида	примена	8.	31,9	53,7	14,4
Класе органских једињења	препознавање	9.	33,7	26,7	39,6
Структурне формуле	примена	11.	58,4	26,8	14,8
Називи према IUPAC-овој номенклатури	примена	11.	18,5	50,0	31,4
Водонична веза (органска једињења)	разумевање	14.	63,0	21,0	37,0
Алкална хидролиза масти	разумевање	15.	14,8	18,6	66,6

Тест са пријемног испита одржаног у јуну 1997. године имао је укупно 40 захтева, 21 из области опште и неорганске хемије, а 19 из области органске хемије. Подаци добијени обрадом резултата овог тестирања наведени су у табели 8.

**Табела 8. Успех "по појму" на пријемном испиту одржаном у јуну 1997. године**

Појам	Ниво	Ред. бр	Σ (+)%	Σ (-)%	Σ (0)%
Електронска конфигурација ⇔ ПСЕ Енергија јонизације. Афинитет према електрону	разумевање	1.	66,3	28,4	5,3
Егзотермне и ендотермне реакције	разумевање	2.	52,8	30,0	17,2
Окисидационо и редукционо средство	примена	3.	74,8	23,4	1,8
Реакција између NaOH и CO <sub>2</sub>	разумевање	4.	21,6	27,8	57,8

Хемијске реакције	разумевање	5.	75,6	9,2	24,3
Утицај притиска и температуре на хемијску равнотежу	примена	6.	72,0	25,7	2,3
Брзина хемијске реакције	примена	7.	38,5	23,9	37,6
Једначине хемијских реакција	примена	8.	40,1	19,9	38,8
Раствори (концентрација)	примена	9.	45,0	36,7	18,3
Јачина киселина	примена	10.	28,4	57,8	13,8
Структурне формуле	примена	11.	63,1	18,8	18,1
Јачина база - амини	примена	12.	1,8	79,8	18,3
Карактеристичне реакције различитих класа орг. једињења	разумевање	13.	58,8	17,0	24,2
Једначине реакција - органска хемија	примена	14.	65,4	16,0	18,6
Редукциона својства алдехида	разумевање	15.	67,9	6,43	-

У табели 9. наведени су подаци добијени анализом резултата тестирања изведеног у септембру 1997. године. Тест је имао 22 захтева из области опште и неорганске хемије и 15 захтева из области органске хемије.

**Табела 9. Успех „по појму“ на пријемном испиту одржаном у септембру 1997. године**

Појам	Ниво	Ред. бр	Σ (+)%	Σ (-)%	Σ (0)%
Структура атома (атомски број, масени број) ПСЕ	разумевање	1.	36,1	58,4	5,5
Физичке и хемијске промене супстанци	разумевање	2.	68,5	31,5	0,0
Енергија кристалне решетке	разумевање	3.	42,6	51,8	5,6
Стехиометријска израчунавања	примена	4. и 5.6	20,4	48,2	31,4
Окисидо-редукција	примена	5.а	66,7	14,8	15,5
Раствори, концентрација	примена	6.	40,7	29,6	29,6
pH вредност	примена	7.	55,6	11,1	33,3
Реакциона топлота	примена	8.	29,6	14,8	55,6
Протолитичка теорија	примена	9.	25,9	63,0	11,1
Добијање: водоника, кисеоника, хлора и угљеник (IV)-оксида	примена	10.	26,8	38,0	35,2
Алкохоли, карбоксилне киселине, естри	разумевање	11.	22,2	34,5	43,2
Реакције органских једињења са NH <sub>3</sub> и NaOH	примена	12.	41,7	25,9	32,4
Структурне формуле	примена	13.	58,4	19,4	22,2
Алкани, алкени, алкини	разумевање	14.	41,9	54,3	3,7
Општа формула алкана	разумевање	15.	100,0	0,0	0,0

Да би се јасније сагледали подаци наведени у табелама треба нагласити да је тестовима проверавано знање основних хемијских појмова. На неке захтеве могло се одговорити на основу градива које се учи у основној школи, као нпр., шта је производ потпуне хидролизе скроба и целулозе. Тај захтев тачно је решило свега 13% кандидата, иако се својства полисахарида поново уче у средњој школи.

Осим теста из септембра 1997. године, остали нису имали захтеве које су решили сви кандидати, као ни захтеве које нико није покушао да реши. Међутим, на тестовима у септембру 1995. и 1996. иако је више од трећине кандидата покушало да реши рачунски задатак који се односио на константу равно-

теже, ниједан тачан одговор није дат. Слични задаци су слабије решавани и у осталим роковима. Грешило се у одређивању почетних и равнотежних концентрација полазних супстанци и производа реакција, а често су у израз за константу равнотеже уврштаване почетне концентрације, уместо равнотежних.

Релативно су високи проценти тачних одговора на задацима који се односе на електронску конфигурацију атома елемената. Запажа се да је многим јасна веза између електронске конфигурације атома и положаја елемента у периодном систему елемената. Међутим, већина не успоставља везу између електронске конфигурације атома елемента и његовог јона. У задатку у коме је наведено наелектрисање јона и његова електронска конфигурација, мали број кандидата је на основу тих података одредио положај елемента у периодном систему елемената.

Резултати тестирања показали су да о поларности молекула велики број ученика закључује само на основу поларности хемијских веза између атома који граде молекула, а занемарује се геометријска структура молекула. Такође се показало да већина не повезује могућност грађења водоничне везе између молекула супстанце са њеном температуром кључања.

Проценти тачних одговора на првом задатку у јуну и септембру 1996. године показали су да ученицима нису јасне релације између масе атома (молекула), релативне атомске (молекулске) масе и моларне масе. Један број кандидата сматра да релативна атомска маса има јединицу.

Процент тачних решења на стехиометријским задацима указује на неуспостављене везе између масе супстанце, количине супстанце и броја честица. Посебно слабо су решавани задаци који су обухватали појам „реагенса у вишку“.

Резултати тестирања показали су да се не разумеју енергетски дијаграми, односно такав начин представљања енергетских промена у току реакција.

Многи разумеју релације између рН, односно рОН вредности раствора и односа концентрација хидронијум и хидроксидних јона у њима, али је више тачних одговора о односу концентрација  $\text{H}_3\text{O}^+$  и  $\text{OH}^-$  јона дато на основу задате рН вредности, него на основу задате рОН вредности.

Више од половине кандидата на свим тестовима тачно је одређивало коефицијенте у једначинама оксидо-редукционих реакција.

Уопштено се може рећи да је познавање хемијских својстава и неорганских и органских супстанци непотпуно и, самим тим, несистематизовано. Стиче се утисак да се памте примери појединачних реакција, али да се не разуме зашто се оне дешавају. На непотпуно и неповезано знање посебно указују решења на задацима вишеструког избора, на којима су заокружени и тачни и нетачни одговори.

#### Abstract

THE CHEMISTRY KNOWLEDGE AT THE ENTRANCE EXAM AT FACULTY OF CHEMISTRY, BELGRADE.

Dragica Šišović

Faculty of Chemistry, Belgrade

In this paper we present the analysis of the incoming freshmen's achievements at entrance examinations, which were held on Faculty of Chemistry, University of Belgrade, from 1995 to 1997. Within these tests, the tasks on levels of understanding and application were used to evaluate student's knowledge of general, inorganic and organic chemistry.



## ДИСКУСИОНИ ФОРУМ

### Једно виђење

## ХЕМИЈА И ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ

### Оцена стања и предлози мера за превазилажење постојећих проблема

Хемија и разноврсне и вишеструке примене хемијских знања и материјала у најразличитијим облицима људске делатности, фантастично брзо су се развијали у другој половини овога века а нарочито последњих деценија. Овако брз развој заснован је на економским критеријумима с једне стране и радозналости и креативности научника са друге стране.

Хемичарима је ово све добро познато.

Хемија у Србији такође се брзо развијала у периоду 1950-80 година, међутим, касније интензитет развоја није био адекватно усклађен са потребама земље, савременог начина живота, савремене хемијске индустрије и достигнућа савремене науке. Узроци за неусклађен развој хемије и њених примена могу се наћи на више страна. Држава није имала јасан концепт и план развоја хемијске индустрије и приоритетне области хемијске и њој комплементарних индустрија. Није постојао план које технологије треба куповати, које треба развијати у земљи, које сировине треба прерађивати и оплемењивати, тако да стратешка и концеп-