

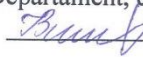
**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
FACULTATEA CHIMIE ȘI TEHNOLOGIE CHIMICĂ
DEPARTAMENTUL CHIMIE**

CURRICULUM
la unitatea de curs

Metode fizico-chimice de analiză

**Ciclul I, Licență, anul III
Specialitatea - 0114.5 Chimie**

AUTOR:
dr., conf. univ.
Petru Bulmaga

APROBAT
la ședința Departamentului
din „29” august 2024
proces verbal nr. 1
Șef Departament, dr., conf. univ.
 I. Bulimestru

APROBAT
la ședința Consiliului Facultății
din „29” august 2024
proces verbal nr. 1
Becan, dr., prof. univ.
 V. Gladchi



CHIȘINĂU 2024

PRELIMINARII

Cursul normativ „*Metode fizico-chimice de analiză*” are ca scop formarea concepției generale despre metodele fizico-chimice de analiză, metodologia realizării lor, rolul, importanța practică și avantajele acestora. Actualmente circa 70% din tot lotul de analize chimice se realizează folosind metodele fizico-chimice de analiză. Aceste metode se folosesc în cazul efectuării analizei sistemelor policomponente, care conțin microcomponenți la nivel de urme, dar informația despre conținutul acestora este importantă, deoarece ei poartă deseori caracter nociv sau influențează esențial proprietățile sistemelor respective.

Obiectivul cursului constă în familiarizarea studenților cu cunoștințe teoretice și înarmarea cu abilități practice din domeniul metodelor fizico-chimice de analiză chimică.

Beneficiari - Cursul *Metode fizico-chimice de analiză* face parte din cursurile fundamentale și este destinat studenților anului I_L sem II de la Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică, specialitatea 0114.5 Chimie.

Cunoștințele acumulate în cadrul acestei discipline vor fi utilizate la efectuarea analizelor calitative și cantitative a obiectelor din mediul ambiant, produselor medicinale, cât și la efectuarea lucrărilor de cercetare.

Pentru însușirea eficientă a cursului studentul va studia în prealabil (sau în paralel): matematica, fizica, chimie analitică, chimia anorganică, chimia organică, chimia fizică.

Limba de predare – limba română.

I. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI

Forma de învățământ	Codul disciplinei	Denumirea disciplinei	Responsabil de disciplină	Semestrul	Ore total:					Evaluarea	Nr. de credite
					Total	inclusiv					
						C	S	L	LI		
cu frecvență	F.02.O 12	Metode fizico-chimice de analiză	Bulmaga Petru	II	150	30	-	45	75	ex	5

II. TEMATICA ȘI REPARTIZAREA ORIENTATIVĂ A ORELOR

Nr. d/o	Unități de conținut	Ore		
		Curs	Labo- rator	Lucrul individual
1.	Metode fizico-chimice de analiză. Clasificarea și caracteristica generală a metodelor fizico-chimice de analiză.	2	-	4
2.	Metode electrochimice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor electrochimice de analiză	2	-	4
3.	Metode electrochimice la curent nul. Potențiometria. Titrarea potențimetrică.	6	10	14
4.	Metode electrochimice cu electroliză. Coulombmetria. Titrarea coulombmetrică.	6	8	12
5.	Metode voltamperometrice. Clasificarea. Semnalul analitic în voltamperometrie.	2	-	8
6.	Metode optice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor optice de analiză.	2	-	4

7	Spectrometria de absorbție moleculară în UV-VIS. Noțiuni de baza. Legile absorbției radiațiilor..	6	27	10
8.	Spectrometria de absorbție atomică.	2	-	4
9	Metode cromatografice. Generalități. Clasificarea metodelor cromatografice.	2	-	5
Total ore		30	45	75

III. COMPETENȚE GENERALE, PROFESIONALE ȘI REZULTATELE STUDIULUI

COMPETENȚE GENERALE (GG)	REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII (R) <i>Absolventul/candidatul la atribuirea calificării poate:</i>
CG1. Utilizarea în activitatea profesională a legiților de bază definite de științele fundamentale.	R1. aplica metode de analiză matematică în rezolvarea problemelor de ordin tehnologic și ingineresc;
CG 2. Dezvoltarea proceselor ingineresti din industria chimică, alimentară, agricolă, farmaceutică, cosmetică, medical-veterinară.	R7. organiza controlul calității pe fluxul tehnologic de fabricație a produselor industriale.
CG4. Asigurarea calității și siguranței producției chimice, alimentare, agricole, farmaceutice, cosmetice, medical-veterinare.	R5. analiza modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.

VI. UNITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Tema 1. Metode fizico-chimice de analiză. Clasificarea și caracteristica generală a metodelor fizico-chimice de analiză Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R7.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: caracteristicile unei metode de analiză, sensibilitatea și selectivitatea metodei de analiză, metode fizico- chimice de analiză, sen, Unități de conținut: • Metode fizico-chimice de analiză. Generalități. • Clasificarea metodelor fizico-chimice de analiză. • Esența și principiile metodelor fizico-chimice de analiză. • Avantajele metodelor fizico-chimice de analiză.	Studentul: - definește obiectul de studiu și sarcinile metodelor fizico-chimice de analiză; - interpretează clasificarea metodelor fizico-chimice de analiză; - relatează despre principiile de bază ale metodelor fizico-chimice de analiză; - evidențiază avantajele metodelor fizico-chimice de analiză.	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.
Tema 2. Metode electrochimice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor electrochimice de analiză. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R 7.		

<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: celulă electrochimică, electrozi, intensitatea curentului, cantitatea de electricitate, metode electrochimice la echilibru, electroliza, metode cu electroliză, potențialul circuitului electric. Unități de conținut: • Metode electrochimice de analiză. Principii de bază; • Clasificarea metodelor electrochimice de analiză; • Semnalele analitice în metodele electrochimice de analiză; • Electrozii folosiți în metodele electrochimice de analiză; • Celula electrochimică.	- relatează despre principiul de bază ale metodelor electrochimice de analiză; - interpretează clasificarea metodelor electrochimice de analiză; - identifică semnalele analitice principale ale unei metode electrochimice de analiză în dependență de clasificarea metodei; - definească noțiunea de electrozi folosiți în metodele electrochimice de analiză; - să - relatează despre celula electrochimică.	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.
Tema 3. Metode electrochimice la echilibru. Potențimetria și titrarea potențimetrică. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R7.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: celulă electrochimică, electrozi, intensitatea curentului, cantitatea de electricitate, metode electrochimice la echilibru, electroliza, metode cu electroliză, potențialul circuitului electric. Unități de conținut: • Metode electrochimice de analiză. Principii de bază; • Clasificarea metodelor electrochimice de analiză; • Semnalele analitice în metodele electrochimice de analiză; • Electrozii folosiți în metodele electrochimice de analiză; • Celula electrochimică. LB Nr. 1. Determinarea conținutului de NaOH într-o probă. LB Nr. 2. Determinarea concomitentă a acizilor sulfuric și fosforic cu metoda de titrare potențimetrică	Studentul: - descrie esența și principiul de bază al metodelor optice de analiză - definește noțiunea de radiație electromagnetică. - descrie spectrul radiației electromagnetice în funcție de lungimea de undă. - relatează despre interacțiunea radiației electromagnetice cu sistemele chimice de analizat și efectele acestea - descrie procesele de absorbție și emisie a radiației electromagnetice de către substanțele chimice. - relatează despre avantajele/dezavantajele metodelor optice de analiză. - descrie principiul de funcționare a aparatelor folosite în analizele optice.	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.
Tema 4. Metode electrochimice cu electroliză. Coulombmetria. Titrarea coulombmetrică. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R7.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>

Termeni cheie: electroliza, legile lui Faraday, regula catodului, regula anodului, coulombmetrie potențiostatică, coulometrie galvanostatică, culonometru, ionometria, titrare culonometrică, Unități de conținut: • Electroliza soluțiilor electroliților și a topiturilor; • Clasificarea electroliților în procesul de electroliză a soluțiilor și topiturilor; • Influența ionilor H^+ și OH^- asupra procesului electrolizei soluțiilor; • Caracteristicile cantitative a procesului de electroliză; • Clasificarea metodelor culonometrice; • Aplicarea metodei culonometrice în analiza chimică; • Calculele în analiza culonometrică; • Titrimetria culonometrică; • Determinări cantitative cu metoda culonometrică. LB Nr. 7. Determinarea microcantităților de acid clorhidric cu metoda de titrare culonometrică.	- descrie bazele teoretice ale proceselor de electroliză a soluțiilor electroliților și topiturilor; - relatează despre clasificarea speciilor ionice în dependență de comportamentul lor la efectuarea electrolizei soluțiilor și topiturilor; - explică influența ionilor H^+ și OH^- la desfășurarea electrolizei soluțiilor; - Definească legile lui Faraday; - relatează despre coulombmetria galvanostatică și potențiostatică; - propune parametrii procesului de electroliză; - efectuează calcule în baza rezultatelor analizelor culonometrice; - descrie metoda titrării culonometrice;	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.
Tema 5. Metode voltamperometrice. Clasificarea. Semnalul analitic în voltamperometrie. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R7.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: voltametrie, polarografie, electrozi picători de mercur, undă voltametrică, potențial de semiundă, curent remanent, curent limită, voltamperometrie, titrare voltamperometrică, curent alternativ, electrod auxiliar, electrod de referință. Unități de conținut: • Metoda voltametrică de analiză; • Clasificarea metodelor voltametrice; • Unda polarografică; • Electrozii folosiți în voltametrie; • Tehnici moderni de analiză voltametrică; • Titrimetria voltametrică; • Stabilirea punctului de echivalență în metoda de titrare voltametrică; • Aplicarea metodei voltamperometrice în analiza chimică.	- relatează despre principiul metodelor voltametrice; - descrie clasificarea metodelor voltametrice și prioritățile lor; - caracterizează unda polarografică și descrie modalitatea utilizării ei în analiza calitativă și cantitativă; - relatează despre electrozii folosiți în analiza voltametrică; - descrie principiul și prioritățile metodei voltametrice; - explică modalitatea stabilirii punctului de echivalență în metoda voltamperometrică; - propune metode de determinare a diferitor specii cu metoda voltamperometrică.	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.
Tema 6 Metode optice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor optice de analiză.		

Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R7.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>
Termeni cheie: radiație electromagnetică, lungime de undă, spectrul radiației electromagnetice, absorbția și emisia radiației electromagnetice de către substanțele chimice, clasificarea metodelor optice de analiză. Unități de conținut: • Esența și principiul de bază al metodelor optice de analiză și clasificarea lor. • Radiația electromagnetică și caracteristicile ei. • Spectrul radiației electromagnetice. • Interacțiunea substanțelor chimice cu radiația electromagnetică. • Emisia și absorbția radiației electromagnetice de către substanțele chimice.	Studentul: - descrie esența și principiul de bază al metodelor optice de analiză - definește noțiunea de radiație electromagnetică. - descrie spectrul radiației electromagnetice în funcție de lungimea de undă. - relatează despre interacțiunea radiației electromagnetice cu sistemele chimice de analizat și efectele acestea - descrie procesele de absorbție și emisie a radiației electromagnetice de către substanțele chimice. - relatează despre avantajele/dezavantajele metodelor optice de analiză. - descrie principiul de funcționare a aparatelor folosite în analizele optice.	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.
Tema 7. Spectrometria de absorbție moleculară în UV-VIS. Noțiuni de bază. Legile absorbției radiațiilor electromagnetice. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R7.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>
Termeni cheie: radiația electromagnetică, spectru electronic de absorbție (SEA), caracteristicile SEA, legile absorbției luminii, grafic de etalonare, metoda adaosului, determinarea concomitentă, titrare spectrofotometrică, abaterea de la legea Bouguer-Lambert-Beer, domeniu de concentrații. Unități de conținut: • Geneza spectrelor electronice de absorbție; • Legea de bază a absorbției luminii; • Însemnătatea legii absorbției luminii în analiza chimică; • Abaterile de la legea de bază a absorbției luminii;	- explică geneza spectrelor electronice de absorbție; - demonstrează legea de bază a absorbției luminii; - explică însemnătatea utilizării legii absorbției luminii în analiza chimică; - explică motivele abaterii de la legea Bouguer-Lambert-Beer; - descrie modalitatea obținerii și caracteristicile spectrului electronic de absorbție; - explică esența legii aditivității; - descrie modalitățile utilizării legii Bouguer-Lambert-Beer la determinarea concentrațiilor speciilor chimice în soluții;	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.

• Modalități de înregistrare a spectrelor electronice de absorbție. Caracteristicile SEA • Aditivitatea absorbției luminii; • Metode spectrofotometrice de determinare a concentrațiilor speciilor chimice în soluții. • Titrări spectrofotometrice. • Aplicațiile spectrofotometriei de absorbție moleculară UV-VIS LB Nr.3. Verificarea legilor de bază a absorbției luminii. LB Nr.4. Determinarea spectrofotometrică a fierului(III) cu metodele graficului de etalonare și adaosului. LB Nr.5. Determinarea spectrofotometrică a manganului(II).	- descrie esența metodelor de titrare spectrofotometrică; - efectuează operații de înregistrarea a absorbanței luminii de către soluțiile speciilor analizate folosind diferite tehnici; - trasează spectre electronice de absorbție a luminii; - realizează calculele în baza rezultatelor experimentale obținute; - elaborează rapoarte la lucrările de laborator îndeplinite. - evaluează rezultatele obținute la lucrările de laborator îndeplinite.	
Tema 8. Spectrometria de absorbție atomică. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R7.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>
Termeni cheie: emisia radiațiilor electromagnetice, spectrometria atomică de emisie, caracteristicile emisie radiațiilor electromagnetice, calitative și cantitative ale emisie electromagnetice, surse de excitare, metoda standardului intern. Limită de. Unități de conținut: • Spectrometria atomică de emisie; • Spectrele atomice de emisie; • Caracteristicile calitative și cantitative ale spectrelor atomice de emisie; • Analiza și interpretarea spectrelor atomice de emisie; • Surse de excitare în spectrometria atomică de emisie; • Spectrometria atomică de absorbție; • Metode de determinare a concentrațiilor speciilor în spectrometria atomică de absorbție; • Metoda standardului intern. Metoda adaosului standard; • Limitele de detecție în spectrometria atomică de emisie în flacără; • Solvenții folosiți în spectrometria atomică de absorbție.	- relatează despre spectrometria atomică de emisie; - descrie modalitatea de înregistrarea a spectrelor atomice de emisie; - relatează despre caracteristicile calitative și cantitative ale spectrelor atomice de emisie; - interpretează spectrele atomice de emisie; - caracterizează sursele de excitare folosite în spectrometria atomică de emisie; - descrie specificul spectrometriei atomice de absorbție; - interpreteze metodele de analiză cantitativă în spectrometria atomică de absorbție; - să relateze despre metoda standardului intern și adaosului standard; - să identifice limitele de detecție în spectrometria atomică de emisie în flacără; - să explice specificul utilizării solvenților în spectrometria atomică de emisie.	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.
Tema 9. Metode cromatografice. Generalități. Clasificarea metodelor cromatografice. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: R5, R7.		

<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>
Termeni cheie: cromatografie, coloană cromatografică, solut, adsorbția solutului, faze staționară, fază mobilă, cromatografie de gaze, cromatografie de lichide, schema principială Unități de conținut: • Analiza cromatografică; • Principiile de bază și specificul metodelor cromatografice; • Clasificarea metodelor cromatografice de analiză; • Specificul metodelor cromatografice de analiză; • Procedee de extracție; • Tehnici cromatografice și diferenția între ei; • Aparatura folosită în cromatografie.	- descrie principiile de bază ale metodelor cromatografice de analiză; - relatează despre clasificarea metodelor cromatografice de analiză; - interpretează specificul diferitor metode cromatografice de analiză; - interpretează diferite procedee de extracție; - distinge diferenția între metodele cromatografice cu schimb de ioni, plane, pe coloană; - reproduce schema principială a unei instalații cromatografice.	Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic. Absolventul autonom analizează modificările structurale și compoziționale ale materiilor prime pe durata fluxului tehnologic.

V. SUGESTII METODICE

Instruirea în cadrul disciplinei Metode Fizico-chimice de analiză se va face sub forme de prelegeri și lucrări de laborator. În cadrul prelegerilor vor fi folosite atât metodele cum sunt expunerea, descrierea, conversația euristică, exercițiul, demonstrația, cât și metode moderne - problematizarea, expunerea, modelarea, algoritmizarea, instruirea programată;

În cadrul orelor de laborator, la care se realizează lucrările de laborator folosind unele metode fizico-chimice de analiză, vor fi folosite metodele: descrierea și interpretarea metodelor și tehnicilor de analiză folosite; obținerea datelor prin efectuarea măsurătorilor parametrilor fizici ai sistemelor analizate; prelucrarea, analiza, evaluarea și interpretarea rezultatelor obținute; elaborarea și prezentarea informației științifice privind desfășurarea reacțiilor chimice cu participarea

Lucrul individual constă în studiul și documentarea literaturii de specialitate, întocmirea dărilor de seamă privind lucrările practice și de laborator îndeplinite, rezolvarea problemelor de calcul și învățarea asistată de calculator.

Evaluare. Nota semestrială va fi calculată din notele de la testările de la curs, media evaluărilor curente și nota de la lucrul individual conform formulei:

$$N_{sem} = \frac{N_{at.1} \times N_{at.2} + N_{ev.c.} + N_{LI}}{4}$$

Nota finală pentru disciplină a studenților cu frecvență va fi calculată din **60 % Nota semestrială** și **40 % nota de la examen.**

VI. LUCRUL INDIVIDUAL

<i>Nr.</i>	<i>Produsul preconizat</i>	<i>Strategii de realizare</i>	<i>Criterii de evaluare</i>	<i>Termen de realizare</i>
1.	Dările de seamă vizavi de lucrările de laborator practic îndeplinite.	a) studiul literaturii de specialitate; b) sistematizarea și analiza datelor experimentale; c) scrierea dărilor de seamă.	a) conținutul să corespundă rigorilor științifice și lingvistice; b) integrarea și consolidarea cunoștințelor teoretice; c) caracterul analitic.	Pe parcursul semestrului

2	Rezolvarea problemelor de calcul	a) aplicarea cunoștințelor teoretice la rezolvarea problemelor de calcul. b) alegerea adecvată a metodelor și algoritmilor de rezolvare a problemelor	a) folosirea adecvată cunoștințelor teoretice la elaborarea metodelor de rezolvare a problemelor de calcul. b) căpătarea rezultatelor adecvate la efectuarea calculelor.	Pe parcursul semestrului
2.	Portofoliu: Metode fizico-chimice de analiză	a) selectarea, generalizarea și analiza datelor literare; b) explicarea aspectului teoretic și aplicativ.	a) profunzimea studiului; b) diversitatea surselor; c) diversitatea domeniilor de utilizare indicate.	La finele semestrului

VII. REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. VASILIEV V. *Chimia analitică. Metode fizico-chimice de analiză*, vol. 2, Ed, Universitas, Chișinău 1991.
2. DONALD J., CLYDE W. *Chimia analitică*, Ed. Tehnica, București, 1989.
3. LUCA C., DUCA AL., CRIȘAN J., *Chimia analitică instrumentală*, Ed. București, 1983.
4. NACU, R. MOCANU. *Chimie analitică și analiza instrumentală*. Iași, România. 1988.
5. LORENTZ JANTSCHI. *Analiza chimică instrumentală*. Editura Academic direct, România, 2014.
6. LIVIU ROMAN, ROBERT SÂNDULESCU. *Chimie Analitică, V.III. Metode de separare și analiza instrumentală*. Editura didactică și pedagogică, București, 1999.
7. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Под редакцией ЗОЛОТОВА Ю. А. Москва, Мир, 2009.
8. GH. VÂTCĂ, *Metode instrumentale de analiză*, Ed. Risporint, Cluj Napoca, 2006
9. T. DIPPONG, C. MAHALI. *Analiza fizico-chimică a alimentelor utilizând metode instrumentale de analiză*. Editura Risoprint , Cluj Napoca, 2015
10. HORIA NAȘCU. *Metode și tehnici de analiză instrumentală*, Ed. U. T. Press, Cluj-Napoca, 2013.
11. PETRU CHETRUȘ, *Chimie analitică. Metode electrochimice de analiză*, Chișinău, USM, 2013.
12. E. CORDOȘ. *Analiza prin spectrometrie de absorbție moleculară în ultraviolet și vizibil*, Institutul Național de Optoelectronică, București, 2001.
13. NEAGU ALEXANDRU FILARETA. *Principii generale ale spectrometriei atomice și moleculare*, Editura Universitară „Carol Davila”, București, 2016.
14. ARAMĂ CORINA-CRISTINA. *Metode de separare în analiza farmaceutică. Cromatografia de lichide*. Editura Universitară „Carol Davila”, București, 2015.
15. CONSTANTINESCU IOANA-CLEMENTINA. *Potențiometrie. Aplicații ale potențiometriei în analiza farmaceutică*, Editura Tehnoplast Company, București, 2009.
16. А. ЯШИН, А. ВЕДЕНИН, Я. ЯШИН. Применение ВЭЖХ с амперометрическим детектированием. [Аналитика, 2017, Выпуск 2. DOI: 10.22184/2227-572X.2017.33.2.66.78](https://doi.org/10.22184/2227-572X.2017.33.2.66.78)
17. ЗАБОЛОТНЫХ С .А., ЖЕЛНИНА В .О., ДЕНИСОВА С. А., ЕЛОХОВ А. М., ЛЛЕСНОВ А. Е. Использование расслаивающейся системы вода - антипирин - алкилбензолсульфокислота для экстракции ионов металлов. Журнал Сибирского федерального университета “Химия”. 4 (2017, 10) 536-544 [DOI: 10.17516/1998-2836-0047](https://doi.org/10.17516/1998-2836-0047).
18. М.Г.БАЛАКИНА. Точная хроматография – и ничего лишнего. Аналитика. 2018, Выпуск 1, [DOI: 10.22184/2227-572X.2018.38.1.18.21](https://doi.org/10.22184/2227-572X.2018.38.1.18.21).
19. NATALIA VELIȘCO, PETRU BULMAGA, ELENA TATARU, IRINA CEBAN. Metode modern de analiză a substanțelor toxice în obiectele mediului ambient. Note de curs. Chișinău, 2023 CEP USM.