

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.  
ILMIY  
XABARLAR-**

1995 yildan nashr etiladi  
Yilda 6 marta chiqadi

4-2022

**НАУЧНЫЙ  
ВЕСТНИК.  
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года  
Выходит 6 раз в год

<b>J.Tursunov, A.Ibragimov, U.Ishimov</b> Farg'ona vodiysida o'sadigan <i>cistanche mongolica</i> o'simligining poya qismi flavonoidlar tarkibi va miqdorini yuqori samarali suyuq xromatografik usulda aniqlash.....	198
<b>Sh.Turg'unbojev, H.Toshov, A.Xaitbayev</b> Gossipolning benzidin bilan yangi shiff asoslari sintezi .....	203
<b>X.Trobov, R.Djurayeva, X.Karimov, Z.Islomova</b> Kuchli kislotalar eritmalarida polivinilspirt gelining bo'kishi.....	207
<b>M.Axmadaliyev, I.Sharofiddinov</b> Metanning pirolizlashdagi chiqindilarini qaytaishlash omillari.....	212
<b>M.Axmadaliyeva, M.Axmadaliyev</b> 11-rafinatni parafinsizlantirishda erituvchi tarkibining ta'siri.....	217
<b>U.Yusupaliyev, T.Amirov</b> Bitum emulsiyasi qo'shilgan sement bilan ishlov berilgan shag'al-qum qorishmalari bilan asoslarni qurish uslublari .....	222
<b>N.Dexqanova, E.Abduraxmonov, F.Raxmatkariyeva, N.Jamoliddinova,</b> NaX seolitida vodorod sulfid adsorbsiya termodinamikasi .....	229
<b>I.Asqarov, X.Isaqov, S.Muhammedov</b> Furfurolidenkarbamidning mass-spektroskopik va termik tahlili .....	237
<b>F.Xurramova, S.Zokirov, Sh.Yarmanov, S.Botirov, A.Inxonova</b> Tabiiy polimerlarga sun'iy eritmalaridagi Pb ( ) ionlarining sorbsiya kinetikasi .....	240

## BIOLOGIYA, QISHLOQ XO'JALIGI

<b>I.Zokirov, D.Asqarova, G.Zokirova</b> <i>Leptinotarsa decemlineata</i> say, 1824 invaziv turining Farg'ona vodiysi bo'ylab tarqalish xususiyatlari .....	245
<b>N.Abdullayeva, M.Davidov</b> Assortimentni kengaytirish va yumshoq pishloq ishlab chiqarishni ko'paytirish istiqbollari .....	250
<b>A.Turdaliyev, K.Asqarov, M.Haydarov</b> Sug'oriladigan tuproqlarni ekologik jihatdan baholash .....	254
<b>R.Jamolov, O.To'rayev, N.Xoshimova</b> Farg'ona viloyatida ona asalarini sun'iy usulda urug'lantirishning uning tuxumdorligiga ta'siri.....	258
<b>G'.Yuldashev, D.Darmonov, I.Mamajonov</b> Minerallashgan suvlar bilan sug'orishdagi tuproqning tuz balansining o'zgarishi .....	262

## ILMIY AXBOROT

<b>A.Bababekov</b> Marosim iqtisodiyoti: nikoh to'yi marosimlari misolida (iqtisodiy antropologik tahlil) .....	268
<b>S.Ruziyeva</b> O'zbekistonda san'at menejmenti: asosiy yo'nalishlari va rivojlanish strategiyalari.....	274
<b>O.Abobakirova</b> Abdulla Avloniy hikoyatlarining badiiy-estetik va ma'rifiy-tarbiyaviy ahamiyati .....	278
<b>D.Nasriyeva</b> Isajon Sulton asarlarida presedent birliklar lingvomadaniy vosita sifatida.....	283
<b>I.Raufov</b> O'zbekistonda neft-gaz tizimi istiqbollari .....	287
<b>N.Jumaniyazova</b> O.Hoshimovning "Ikki eshik orasi" asarining badiiy tahlili.....	290
<b>E.Nasrullayev</b> Navoiyshunos S.Olimov tadqiqotlarida ulug' shoir ma'rifiy talqinlarining tadqiqi.....	293

**KUCHLI KISLOTALAR ERITMALARIDA POLIVINILSPIRT GELINING BO'KISHI**  
**НАБУХАНИЯ ГЕЛЯ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА ИЗ РАСТВОРОВ СИЛЬНЫХ КИСЛОТ**  
**SWELLING OF POLYVINYL ALCOHOL GEL FROM SOLUTIONS OF STRONG ACIDS**

**Trobov Xamza Tursunovich<sup>1</sup>, Djurayeva Rushana Azamovna<sup>2</sup>, Karimov Xusniddin Rustamovich<sup>3</sup>, Islomova Zarangiz<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Trobov Xamza Tursunovich

– Samarqand davlat universiteti professori, k.f.d.

<sup>2</sup> Djurayeva Rushana Azamovna

– Samarqand davlat universiteti talabasi

<sup>3</sup> Karimov Xusniddin Rustamovich

– Samarqand davlat universiteti tayanch doktoranti

<sup>4</sup> Islomova Zarangiz

– Samarqand davlat universiteti magistri

**Annotatsiya**

*Tikilgan polivinil spirti asosida olingan gel tomonidan turli konsentratsiyali kuchli kislotalar eritmalaridan bo'kish jarayonining elektrolit tabiati va konsentratsiyasiga, shuningdek suvning aktivligiga bog'liqligi o'rganilgan. Bo'kish jarayoni anionlarning ion radiuslariga va gidratlanish energiyalariga bog'liqligi tajribalarda isbotlangan.*

**Аннотация**

*Изучено влияние природы и концентрации растворов различных сильных кислот, а также активности воды на набухание сшитого поливинилового спирта в растворах этих соединений. В результате опытов доказано влияние ионных радиусов и энергии гидратации анионов на процессе набухания.*

**Abstract**

*The effect of the nature and concentration of solutions of various strong acids, as well as the activity of water on the swelling of cross-linked polyvinyl alcohol in solutions of these compounds has been studied. As a result of the experiments, the influence of ionic radii and anion hydration energy on the swelling process was proved.*

**Kalit so'zlar:** aktivlik, ion radiusi, gidratlanish energiyasi, polivinil spirt geli, eritma, kislotasi, sorbsiya, bo'kish.

**Ключевые слова:** активность, ионные радиусы, энергия гидратации, гель поливинилового спирта, раствор, кислоты, сорбция, набухаемость.

**Key words:** activity, ionic radii, hydration energy, polyvinyl alcohol gel, solution, acids, sorption, swelling.

**KIRISH**

Yerda hayot asosi bo'lgan fizik-kimyoviy jarayonlar juda ko'p hollarda polimer gellarning bevosita ishtirokida o'tadi. Shuning o'zi bunday sistemalarni batafsil o'rganish zarurligini tushunish uchun yetarli. Polimer gellar polimer-erituvchi sistemasidan iborat, ularda polimer to'ri mavjud bo'lib, ko'p miqdorda erituvchi saqlanadi. Polimer tabiati va erituvchi xossalari ko'ra polimer gellar xossalari keng doirada o'zgarishi mumkin. Undan tashqari polimer gellarning o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, ularning tarkibi tashqi eritma tarkibiga bog'liq. Polimer sorbent-eritma sistemalarni chuqurroq yoritish uchun komponentlar xossalari o'rganish va bunday sistemalarda fazalarning taqsimlanish algoritmini tuzish, ularni fizik-kimyoviy nuqtai-nazardan yanada kengroq o'rganish va izohlash mazkur ilmiy tadqiqotning maqsadi qilib olindi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI:**

Bugungi kunda kimyo sanoatining barcha jabhalarida ko'p ishlatilayotgan sintetik polimerlardan biri bu polivinil spirtidir (PVS), chunki uning tuzilishi va xossalari ba'zi tabiiy polimerlar xossalari o'xshaydi [1]. PVS dan hosil bo'lgan gel boshqa gidrofil polimerlarga o'xshab geterofazaviy sistemalarni tashkil etib, tarkibi tikilgan polimer, erituvchi va deyarli hamma vaqt erigan moddadan iborat. Bu polimerda ON-guruhi qutbiy guruh hisoblanib, bu guruh deyarli ionlarga dissotsilanmaydi, ammo vodorod bog'lar hosil qilishiga yordam beradi [2]. Jarayon davomida muvozanatdagi tashqi eritma tarkibi o'zgarishi bilan polimer gel tarkibidagi vodorod bog'lar soni o'zgaradi, bu esa polimer gel bo'kish darajasining o'zgarishiga ta'sir etadi. Qutbiy guruhi deyarli ionlarga dissotsilanmasa ham, bu guruhning polimer zanjir bo'ylab elektrik potensialini hosil qilishi uning atrofida sorbirlangan suv qatlaminig hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Natijada, polimer va sorbirlangan suv polimer eritma (PE) fazasini, ya'ni gidratlangan hajmiy to'rsimon polimer hosil qiladi. Hajmiy to'r yacheykalarini tashqi eritma (TE) to'ldiradi. Bu ikki eritma

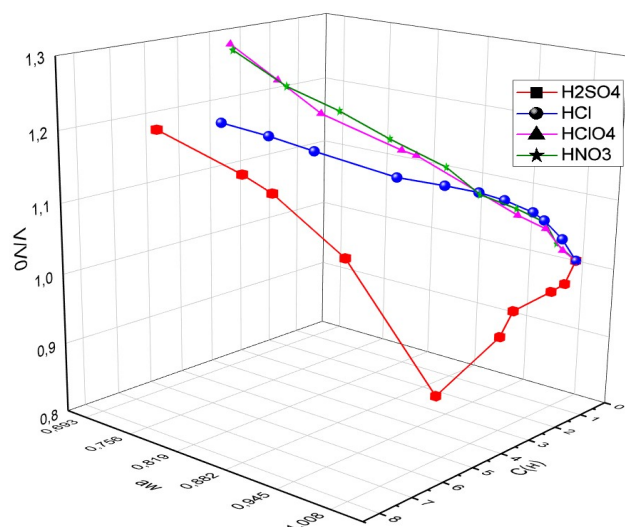
polimer gel (PG) ni, boshqacha qilib aytganda, geterofazaviy supramolekulyar sistemani hosil qiladi [3]. PG hajmining o'zgarishi polimer eritma yoki TE hajmlarining o'zgarishi hisobida sodir bo'ladi. PE hajmining o'zgarishi ko'pchilik hollarda sorbirlangan suv miqdorining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. TE hajmining o'zgarishi esa, asosan PG tarkibiga yutilgan quyimolekulyar elektrolitlarning tabiati va konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi [4]. Ko'pchilik hollarda erigan moddalar ionlari gidratlanish energiyalarining qiymatlari muhim o'rin tutadi [5]. Shulardan kelib chiqqan holda, PVS gelining turli konsentratsiyali har xil kislotalar eritmalaridan bo'kish jarayoni dolzarb hisoblanadi.

#### TADVIQOT METODOLOGIYASI.

Tajribalarda qutbiy guruhlari dissotsilanmaydigan polivinil spirt geli ishlatildi. Gel granulalarining o'lchami 0,30–1,65 mm ni tashkil etdi. Tajribalarni o'tkazishda xlorid, sulfat, nitrat, perxlorat kislotalari eritmaları ishlatildi. Tayyorlangan eritmalarining maksimal konsentratsiyalari 7,6 g – ekv/l ga teng bo'ldi. PVS geli granulalarining kuchli kislotalarning turli konsentratsiyali eritmalaridan bo'kish jarayoni optik mikrometriya usulidan (OMU) foydalanib o'rganildi. Bu usul muayyan vaqt davomida eritmada bo'kkan polimer hajmini aniqlash imkonini beradi. Bo'kish davomida sferik granulalar hajmi bir me'yorda oshadi. OMU yordamida polimer gel bo'kishini aniqlash asbobining ishlash prinsipi [6] da to'liq keltirilgan. Unda tajribadan olingan natijalarni ham, qayd etilgan ma'lumotlarni ham qayta ishlashga imkon beradigan dasturlar paketi mavjud. Videokamera va undagi ta'minlanish dasturi tajriba natijalarini 1280\*960 piksel kattalikda registratsiya qilish va registratsiya takrorligini belgilash imkonini beradi. Uskuna ishlash qobiliyati 750 piksel/mm. O'lchashlar xatosi 1 mm ga 1 piksel, yoki granula diametri o'lchanganda 0,13-0,50%, granula hajmi o'lchanganda 0,4-1,5% tashkil qiladi. Kompyuterdagi dastur jadval ko'rinishidagi paket fayl hisobotni tayyorlaydi. Unda suratga olish vaqti sekundlarda, granula radiuslarining uch yo'nalishdagi qiymatlari piksellarda, har qanday vaqt uchun granula hajmi kub piksellarda va granula hajmining nisbiy qiymati ( $V_i/V_0$ ) beriladi. Bu yerda  $V_0$  - granulaning boshlang'ich (suvda bo'ktirilgandagi) hajmi,  $V_i$  - granulaning muayyan vaqtdagi (biror bir elektrolitning aniq konsentratsiyali eritmada) hajmini bildiradi.

Sferik shakldagi polivinil spirt granulalarining sintezi quyidagicha olib borildi: 200 ml hajmli stakanga 20 g 18/11 markali polivinil spirti olinib, ustiga 100 ml distillangan suv quyildi va to'liq bo'kish uchun 10 soat ushlendi. Keyin olingan aralashma suv hammomida 25-30 minut davomida gomogen aralashma hosil bo'lguncha to'xtovsiz ravishda aralashtirilib 100° S gacha qizdirildi. Hosil bo'lgan eritma havoda sovutilib, stakandagi aralashma tarozida tortilib, ustiga kizdirish jarayonida bug'langan miqdordagi suv quyildi. PVSni epixlorgidrin bilan tikish uchun aralashma kuchli ishqoriy muhitga ega bo'lishi kerak, shuning uchun 50 g NaOH 100 ml suvda eritilib eritma hosil qilindi, so'ngra PVS va suv aralashmasi ustiga 20 ml NaOH eritmasi qo'shib, suv hammomida 5 minut davomida to'xtovsiz ravishda aralashtirib 95° S gacha qizdirildi va aralashmaga 20 ml epixlorgidrin qo'shildi, 5 minut davomida to'xtovsiz ravishda aralashtirib 60° S gacha sovutildi. Epixlorgidrin bilan tikilgan sferik shakldagi PVS granulalarini olish uchun, hosil bo'lgan aralashma to'xtovsiz ravishda aralashtirib kyuvetaga solindi, olingan granulalar xona temperaturasigacha sovutildi va ular ishqor qoldiqlaridan yuvildi. Hosil bo'lgan sferik shakldagi tikilgan PVS granulalari fraksiyalarga ajratildi va bo'kish jarayonini o'rganish uchun tajribalarga uchun tayyorlandi. Olingan natijalar sifatli va yuqori aniqlikda bo'lishi uchun har bir tajriba 5 marta takrorlanib bajarildi. Rasm-1 va 1-jadvalda sulfat, nitrat, xlorid va perxlorat kislotalarining turli konsentratsiyali eritmalaridan PVS gelining bo'kish jarayonlaridan olingan natijalar keltirilgan.

KIMYO



Rasm-1. PVS geli granulari bo'kish darajasining turli kislota eritmalari konsentratsiyalariga va eritmadagi suvning aktivligiga bog'liqligi.

Jadval 1

Eritma konsentratsiyasi, S(H)	Suv aktivligi, $a_w$	1-chi granula nisbiy hajmi, $V/V_0$	2-chi granula nisbiy hajmi, $V/V_0$	3-chi granula nisbiy hajmi, $V/V_0$	4-chi granula nisbiy hajmi, $V/V_0$	5-chi granula nisbiy hajmi, $V/V_0$	Granula o'rtacha nisbiy hajmi, $V/V_0$
<b>HCl</b>							
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,29	0,991	1,030	1,029	1,035	1,040	1,031	1,033±0,009
0,61	0,978	1,061	1,064	1,063	1,060	1,059	1,061±0,004
0,80	0,970	1,075	1,071	1,078	1,072	1,073	1,073±0,004
1,27	0,950	1,093	1,096	1,089	1,090	1,091	1,091±0,006
1,71	0,933	1,105	1,106	1,105	1,100	1,100	1,103±0,009
2,30	0,911	1,115	1,112	1,118	1,111	1,113	1,114±0,005
2,74	0,867	1,119	1,118	1,121	1,122	1,120	1,120±0,004
3,68	0,796	1,155	1,152	1,151	1,150	1,150	1,151±0,005
4,14	0,754	1,169	1,165	1,166	1,169	1,170	1,168±0,006
4,60	0,709	1,181	1,181	1,183	1,184	1,180	1,182±0,006
<b>HClO<sub>4</sub></b>							
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,21	0,990	1,013	1,021	1,012	1,003	1,025	1,015±0,011
0,63	0,981	1,051	1,049	1,055	1,048	1,047	1,050±0,004
1,05	0,960	1,073	1,068	1,069	1,060	1,073	1,069±0,007
2,11	0,869	1,149	1,152	1,143	1,139	1,141	1,145±0,007
2,53	0,865	1,163	1,153	1,152	1,156	1,154	1,156±0,005
3,38	0,793	1,204	1,197	1,194	1,207	1,201	1,201±0,006
3,79	0,752	1,242	1,239	1,245	1,255	1,239	1,244±0,008
4,22	0,706	1,299	1,296	1,290	1,283	1,280	1,290±0,010
<b>HNO<sub>3</sub></b>							
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,24	0,983	1,023	1,020	1,024	1,025	1,029	1,024±0,004
0,59	0,979	1,059	1,066	1,056	1,051	1,056	1,058±0,007
1,19	0,962	1,082	1,083	1,080	1,079	1,080	1,081±0,002

1,79	0,937	1,103	1,100	1,099	1,109	1,104	1,102±0,005
2,27	0,911	1,141	1,138	1,145	1,140	1,139	1,140±0,003
2,99	0,866	1,178	1,179	1,176	1,175	1,175	1,177±0,002
3,58	0,824	1,215	1,213	1,215	1,211	1,211	1,213±0,002
4,18	0,779	1,245	1,246	1,243	1,240	1,243	1,244±0,004
4,78	0,733	1,293	1,294	1,289	1,291	1,290	1,291±0,003
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>							
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,23	0,995	0,960	0,978	0,965	0,966	0,968	0,967±0,008
0,59	0,990	0,960	0,961	0,955	0,968	0,953	0,959±0,007
1,71	0,980	0,946	0,940	0,951	0,948	0,939	0,944±0,006
1,76	0,967	0,900	0,899	0,908	0,910	0,895	0,902±0,008
2,93	0,930	0,821	0,828	0,819	0,819	0,812	0,820±0,007
4,71	0,877	1,038	1,039	1,027	1,032	1,026	1,032±0,007
5,86	0,830	1,120	1,127	1,119	1,125	1,129	1,124±0,005
6,30	0,810	1,156	1,145	1,150	1,151	1,148	1,150±0,005
7,50	0,753	1,203	1,209	1,205	1,215	1,219	1,210±0,008

**PVS geli granulari bo'kish darajasining muvozanatdagi turli kislotalar eritmalarini konsentratsiyalariga bog'liqligi  
TAHLILLAR VA NATIJALAR.**

Tajribalarda olingan natijalarning tahlili PVS gelining bo'kish kinetikasi quyidagicha borishini ta'kidlaydi: suv bilan muvozanatda bo'lgan PVS gelining eritmaga o'tish jarayonida geldan tashqi eritmaga suvning siqib chiqarilishi sodir bo'ladi. Ajralib chiqqan suvning miqdori kislota tabiatiga va tashqi eritmadagi suvning aktivligiga bog'liq bo'ladi. Polimer gel tarkibida suv miqdorining kamayishi bilan suvning chiqish tezligi kamayadi va aksincha tashqi eritmadan kislota eritmasining polimer gel fazasiga yutilishi tezlashadi. Bu jarayon muvozanat qaror topguncha davom etadi. PVS ning qutbiy guruhlar shunday xususiyatga egaki, natijada polimer va quyimolekulyar elektrolit orasida hech qanday kimyoviy ta'sir bo'lmaydi, shuning uchun polimer gel hajmining o'zgarishi polimer va suv yoki polimer va erigan modda orasida turli xil koordinatsion bog'lar hosil bo'lishi orqali sodir bo'ladi. Tajribalarda olingan natijalardan ko'rinadiki, bunday bog'larning hosil bo'lishi PVS geli hajmining o'zgarishiga katta ta'sir ko'rsatadi. 1-rasmdan ko'rinadiki, anion tabiati gelning bo'kishiga ta'sir etadi. Eritmalardagi kislotalar konsentratsiyalari oshishi bilan PVS gelining bo'kish darajasi oshadi. Deyarli barcha kislotalar eritmalarida polimer gelning bo'kish darajasi suvdagi bo'kish holatidan yuqori qiymatga ega. Buning sababi polimer zanjirlari orasidagi vodorod bog'larining uzilishidir, chunki barcha anionlarning ion radiuslari yuqori qiymatlarga ega (jadval-2 ga qarang).

Jadval 2

**Ba'zi anionlari uchun ion radiuslari**

Ion	Radius (Å)	Ion	Radius (Å)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,57	F <sup>-</sup>	1,33
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	2,95	Cl <sup>-</sup>	1,81
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2,36	Br <sup>-</sup>	1,96
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	2,57	I <sup>-</sup>	2,20

Ammo sulfat kislota eritmalaridan PVS gelining bo'kish jarayonida quyidagilarni xulosa qilish mumkin: birinchidan, eritma konsentratsiyasi ortishi bilan PVS gelining muvozanatdagi nisbiy hajmi qiymati kamayadi, chunki gel hajmidan suvning ajralib chiqishi kuzatiladi, ikkinchidan, sulfat kislota eritmasi konsentratsiyasi ortishi bilan polimer gelning muvozanatdagi nisbiy hajmi qiymati ortadi, chunki sulfat ionlarining yuqori konsentratsiyalarida PVSning bo'kish jarayonida vodorod bog'larining uzilishiga sabab bo'ladi; uchinchidan, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ionlarining gidratlanish energiyasi qiymati yuqori ( $\Delta H_{298} = 1016,2$  kJ/mol) va ion radiusi katta bo'lganligi ( $r_i = 2,95$  Å) sababli SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ionlari PVS geliga tezda sorbsiyalanadi, shuning uchun bo'kish jarayonining boshlang'ich qismida polimer granulari hajmining kichrayishi kuzatiladi.

Ba'zi anionlar uchun gidratlanish energiyalari

Ion	Gidratlanish energiyasi (kJ/mol)
Cl <sup>-</sup>	363,3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	301,1
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	238,6
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1016,2
Br <sup>-</sup>	301,0
I <sup>-</sup>	263,2

**XULOSA**

Optik mikrometriya usuli yordamida PVS gelining bo'kish jarayoniga sulfat, xlorid, nitrat, perxlorat kislotalarining turli konsentratsiyali eritmaları ta'siri aniqlangan. Kislotalar anionlarining gelning bo'kish darajasiga bog'liqligi qayd etilgan. PVS gelining bo'kish jarayoniga sulfat kislotalarining turli konsentratsiyali eritmaları ta'siri o'ziga xos ravishda borishi ko'rsatilgan. Buning sababi sulfat ionlarining yuqori gidratlanish energiyasi va katta ion radiusga ega ekanligi ta'kidlangan.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Zagorodni A.A. Ion exchange materials: properties and applications, Elsevier, 2007. 478 p.
2. Nagasawa M. Physical chemistry of polyelectrolyte solutions. Advances in chemical physics. Volume 158. John Wiley & Sons, Inc., 2015, P.291
3. Ferapontov N.B., Gorshkov V.I., Parbuzina L.R., Trobov H.T. et al. // Reactive and functional polymers. 1999. 41, p. 213-225.
4. Токмачев М.Г., Феропонтов Н.Б., Тробоу Х.Т., Гавлина О.Т. Моделирование кинетики набухания гелей гидрофильных полимеров. // Ученые записки физического факультета Московского Университета. 2018. № 5. С. 1850303-1 – 1850303-8.
5. Gagarin A.N., Tokmachev M.G., Trobov H.T. and Ferapontov N.B. Effect of ion hydration on the degree of swelling of a cooled polyvinyl alcohol gel // Russian journal of physical chemistry A, 2020, Vol. 94, No. 1, pp. 95–101.
6. Токмачев М.Г., Феропонтов Н.Б., Иванов А.В., Гагарин А.Н., Агапов И.О. Способ определения состава раствора по кинетике набухания в нем полимерного геля. // Патент на метод #RU 2714832 С1. 19/02/2020.