

FTAMP 64.29.31

М.А. Махмудова¹ – негізгі автор, ©
Р.Т. Калдыбаев², М. Бернд³,
Ж. Серикулы⁴, Г.Ю. Калдыбаева⁵



¹Докторант, ²Техн. ғылым. канд., доцент, ³PhD, профессор, ⁴PhD, доцент,
⁵PhD

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0009-2171-6503> ²<https://orcid.org/0000-0002-1370-7553>
³<https://orcid.org/0000-0001-7893-6229> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-6321-4407>
⁵<https://orcid.org/0000-0001-9817-0355>



^{1,2,4,5}М. Ауезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
Шымкент қ., Қазақстан
RWTH Aachen university, Ахен қ., Германия



¹meri_ne@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/LGIJ8137>

ИЛЕНГЕН КИІЗ БҰЙЫМДАРЫН ӨНДІРУ ҮШІН БИКОМПОНЕНТТІ МАТЕРИАЛДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл зерттеудің мақсаты технология мен дизайн мәселелерін шешуге кешенді көзқарас негізінде сыртқы киімнің бөлшектерін қалыптастыру үшін киіз материалын әзірлеу технологиясын жасау болып табылады. Иленген киіз материалдарын пайдалану перспективасы жүн талшықтарының айрықша ерекшеліктерімен, ең алдымен жоғары гигиеналық қасиеттерімен – ауа өткізгіштігімен және ылғал сыйымдылығымен, тек табиғи жүнге тән қасиетімен, сонымен қатар тозуға төзімділігімен және пиллингке төзімділігімен байланысты. Жұмыс модификацияның сыртқы түрін, жүйелеу және кодтау әдістерін графикалық талдау және визуалды бағалау әдістерін қолдану арқылы орындалды. Зерттеудің эксперименттік бөлігі электрлік микроскоптың көмегімен материал элементтерінің микроқұрылымын зерттеуді, иленген киіздің физика-механикалық қасиеттерін зерттеуді қамтиды. Жұмыста эксперименттік деректерді статистикалық өңдеу әдістері, толық факторлы экспериментті жоспарлау әдістері, жүйелік-құрылымдық болжау қолданылды. Жеке тапсырмаларды шешу үшін Microsoft Word, Excel, Photoshop, «CorelDRAW» бағдарламалары қолданылды.

Тірек сөздер: иленген киіз, бикомпонентті материал, жүн талшықтары, физика-механикалық қасиеттер, электрлік микроскопия.



Махмудова, М.А. Иленген киіз бұйымдарын өндіру үшін бикомпонентті материалдың қасиеттерін зерттеу [Мәтін] / М.А. Махмудова, Р.Т. Калдыбаев, М. Бернд, Ж. Серикулы, Г.Ю. Калдыбаева //Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №2(88). – Б.240-247. <https://doi.org/10.55956/LGIJ8137>

Кіріспе. Жүн талшықтарының илектеу қабілеттілігі және жартылай фабрикалардың жоғары жасау қабілеттілігі есебінен қамтамасыз етілетін киіздің жоғары өнімділігі, сондай-ақ қалыпталған киіз бас киімдер мен аяқ киімдерді өнеркәсіптік өндіру тәжірибесі бар [1]. Осы уақытқа дейін киізден жасалған киімдерді өнеркәсіптік өндіру мүмкіндігі мүлдем зерттелмеген [2]. Қойылған критерийлерге сәйкес киім компоненттері мен заттарын өндірудің

шынайы және теориялық тәсілдері жоқ. Осыған байланысты киізден жасалған киімнің қалыпталған компоненттерін жобалау, киізден жартылай фабрикат жасау тұжырымдамасын қалыптастыру қажеттілігі туындайды, оның ішінде біртұтас бағыт жасау үшін өнімді әрлеу процесі [3].

Киіз кілемнің ең танымал түрі ширдак деп аталады, ол киіз кілем ретінде ұсынылған және қырғыз халқының киізден жасалған бұйымдарын жасау техникасы бойынша ең күрделі болып табылады [4].

Қырғыздар үшін ширдақтар киізбен бірге тұрмысқа қажетті заттар болды. Олар еденге немесе шөпке төселген. Жақында шетелдік туристер арасында кішкентай шырдақтар өте танымал болды, олардың әдеттегі өлшемі 2×4 м. Ол әдетте киіз негізден және оған шебер ойылған түрлі-түсті киізден тұрады, барлығы бірге белгілі бір мәні мен мағынасы бар ою-өрнектің бір түрі болып табылады [5].

Көшпелі қазақтардың өміріне келетін болсақ, олар үшін киізден жасалған бұйымдарды пайдалану тек сұлулық пен жайлылықтың заты ғана емес, сонымен қатар жылы ұйықтау үшін бірінші қажеттілік болды, ал бұл үшін текеметтер мен сырмақтар тоқылды. Сырмақты өндіруге бірнеше ай жұмыс қажет болды, ал қызмет ету мерзімі ондаған жылдарға есептелді [4-7]. Біздің ата-бабаларымыз едендік киіз бұйымдарын жасау өнеріне ие болған. Сырмақ өндірісінің ерекшелігі – ішкі жағы матамен жабыстырылады, ол бірден бірнеше бағытта және бойымен бекітіледі, бұл тығыздағыш аз тозуға және төзімділікке ықпал етеді [8].

Қазақтың киіз кілемінің тағы бір түрі – түскиіз, оған баса назар аударғым келетіні – ол киіз үйдің қабырғасын безендіру қызметін атқарды. Әдетте, бұл бұйымдар мозаика, аппликация және кесте әдісімен жұқа киізден жасалған.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Иленген киізден жасалған бұйымдарды өндіру және безендіру әдістеріне келетін болсақ, киіз басудың екі әдісі бар – дымқыл және құрғақ киіз. Білғал киіз – бұл біздің дәстүрлі қолмен киіз жасау тәсілі, онда жүн талшықтары ыстық су немесе бу мен сілтінің әсерінен жасалады. Бұл ежелгі техника көшпелі қазақ халқына киіз деп аталатын еден кілемдерін және өзге де еден кілем бұйымдарын жасауға мүмкіндік берді [9].

Фелтингтің тағы бір әдісі – құрғақ киіз басу – бұл арнайы инелердің көмегімен тоқыма емес материалдарды қалыптастыру. Иненің енуі жүн қабаттарын бір-бірімен шатастырады. Жүн талшықтарына ғана тән қасиет жүн талшықтарының бір-бірімен шатасуына мүмкіндік береді, осы мақсат үшін арнайы құрылғылар киіз басу процесін едәуір жеңілдетеді. Қазіргі уақытта жұқа киіз – киіздің өнеркәсіптік өндірісі жолға қойылған. Инемен тесілген механикаландырылған әдіс қолмен киіз басудың көп уақытты қажет ететін процесін едәуір жеңілдетіп қана қоймай, жасанды иірілген талшықты қолдануға мүмкіндік туды [10].

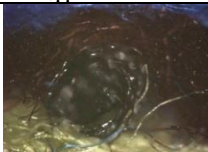
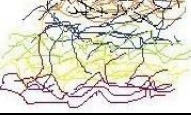
Киіздің құрылымын қалыптастыру үшін текстураға көмекші затты қосу керек, ол 2 кезеңде жүзеге асырылады. Киіз төсектерінің саны мөлшеріне, сондай-ақ қосалқы заттың қосылуына сәйкес келеді.

Электрлік микроскопия деректерінің нәтижесінде біз киіз компоненттерінің орналасу схемаларын күрделі көтерілген кесінділердің суреттері бойынша ұсындық. 1-кестеде осы зерттеулердің деректері көрсетілген.

Осылайша, жүн талшықтарының қабаттарынан және қосымша көмекші материалдан киіз басу нәтижесінде біртұтас құрылымы бар бикомпонентті материал түзіледі.

Кесте 1

Қосымша материалдарды қолданылған киіз үлгілері

№ п/п	Қолданылатын материалдың түрлері	Үлгінің сыртқы түрі	Микроскоп астындағы үлгі құрылымының графикалық диаграммасы	Микроскоп астындағы киіз үлгісінің құрылымы
1	Спандекс			
2	Текстуралы жіп			
3	Мыс жіп			
4	Шілтер			
5	Трикотаж			

Зерттеудің келесі кезеңі – сызықтық тендеуді табу, оның шешімі бөлшектерді жобалау кезінде формаға төзімділікті сипаттайтын көрсеткіштерді есептеуге мүмкіндік береді. Мұндай тендеулердің көрсетілген мақсаттарға қолданылуы бұрын жүргізілген зерттеулердің үлкен көлемімен расталады [11-13]. 2-кестеде кодталған факторлардың аралықтары мен өзгеру деңгейлері келтірілген, мұнда: X1 – төселген жіптердің жиілігі; X2 – кенеп талшықтарының массасы 1 см²; X3 – Қосымша материалдардың орналасуы.

Кесте 2

Факторлардың аралықтары мен деңгейлері

Фактордың коды және атауы	Вариация деңгейлері			Өзгеру аралықтары
	-1	0	+1	
Төселген жіптер арасындағы қашықтық (N), см – X1	0,2	0,35	0,6	0,14
Кенеп талшықтарының массасы 1 см ² (m), г-X2	0,021	0,026	0,029	0,005
Қосымша материалдардың орналасқан жері (Δ), үлесі – X3	0,23	0,385	0,5	0,118

Кесте 3

Экспериментті жоспарлау матрицасы

Тәжірибе нөмірі	Факторлар						
	Шартты бірліктерде				Табиғи бірліктерде		
	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3
1	+	+	+	+	0,5	0,028	0,5
2	+	-	+	+	0,2	0,028	0,5
3	+	+	-	+	0,5	0,018	0,5
4	+	-	-	+	0,2	0,018	0,5
5	+	+	+	-	0,5	0,028	0,25
6	+	-	+	-	0,2	0,028	0,25
7	+	+	-	-	0,5	0,018	0,25
8	+	-	-	-	0,2	0,018	0,25

Төрт қабатты киізден және олардың арасында орналасқан спандекс жіптерінің үш қабатынан тұратын бикомпонентті материалдың үлгілерін зерттеу кезінде үлгінің кенеп массасы мен қосымша материалдың қосылыстарының саны әртүрлі факторлар ретінде 3-кестеде қарастырылды. Нәтижесінде өлшем айнымалыларының теңдеуі пайда болады:

$$Y_{рш} = 26,99 + 4,68((m/0,005) - 4,68) = 4,53 + 936m, \text{ даН} \quad (1)$$

Регрессия теңдеуі негізінде үлгінің үзіліс жүктемесінің бір факторға – 1 см^2 -ге талшықтардың массасына тәуелділігінің диаграммасы жасалған.

Төрт қабатты киізден және текстуралы жіптің үш қабатынан тұратын бикомпонентті материалдың үлгілерін, сондай-ақ олардың арасында орналасқан жалғыз жіп түріндегі мыс, кенеп талшықтарының массасы 1 см^2 , (г), сыну жүктемесі, (даН) әр түрлі факторлар ретінде үлгінің кенеп массасы мен төсеу аралығы қарастырылды. Табиғи айнымалылар арқылы өрнектелген текстуралы жіптері бар үлгілерге арналған регрессия теңдеуі:

$$Y_{рш} = 0,098 + 1148m, \text{ даН} \quad (2)$$

Мыс жіп үлгілерінің эксперимент нәтижелерін өңдеу кезінде жоғарыда аталған факторлардың ешқайсысының пішінге төзімділік көрсеткіштеріне әсерін анықтау мүмкін болмады.

Үлгіні диаметрі бойынша доппен басқаннан кейін үлгінің пішіні ішінара қалпына келтіріледі. Нвос қалпына келу көрсеткіші жүктемені алып тастағаннан кейін үлгінің деформациясының төмендеуін сипаттайды. Нвос мм қалпына келуі формула бойынша анықталды:

$$N_{вос} = N_{мах} - N_{ост}, \text{ мм} \quad (3)$$

мұндағы: $N_{мах}$ – деформацияның максималды шамасы биіктікпен сипатталады, $N_{ост}$ – биіктікпен сипатталатын деформацияның қалдық шамасы.

Төрт қабатты киізден және олардың арасында орналасқан спандекс жіптерінің үш қабатынан тұратын бикомпонентті материалдың үлгілерін зерттеу кезінде үлгінің кенеп массасы мен қосымша материалдың қосылыстарының саны әртүрлі факторлар ретінде қарастырылды.

Өлшем айнымалыларындағы теңдеу алынды:

$$\text{Урш} = 26,99 + 4,68((m/0,005) - 4,68) = 4,53 + 936m, \text{ даН} \quad (4)$$

Төрт қабатты киізден және текстуралы жіптің үш қабатынан тұратын бикомпонентті материалдың үлгілерін, сондай-ақ олардың арасында орналасқан жалғыз жіп тәрізді мыс үлгілерін зерттеу кезінде үлгінің кенеп массасы мен сәндеу аралығы әртүрлі факторлар ретінде қарастырылды.

Табиғи айнымалылар арқылы өрнектелген текстуралы жіптері бар үлгілерге арналған регрессия теңдеуі:

$$\text{Үрш} = 0,098 + 1148m, \text{ даН} \quad (5)$$

Мыс жіп үлгілері экспериментінің нәтижелерін өңдеу кезінде жоғарыда аталған факторлардың ешқайсысының талшық массасынан 1 см^2 текстуралы жіп үлгілерінің пішінге төзімділік көрсеткіштеріне әсерін анықтау мүмкін болмады.

Үлгіні диаметрі бойынша доппен басқаннан кейін үлгінің пішіні ішінара қалпына келтіріледі. Нвос қалпына келу көрсеткіші жүктемені алып тастағаннан кейін үлгінің деформациясының төмендеуін сипаттайды. Нвос мм қалпына келуі формула бойынша анықталды:

$$\text{Нвос} = \text{Нmax} - \text{Ност} \text{ (мм)},$$

мұндағы: Нmax – биіктікпен сипатталатын деформацияның максималды мөлшері, Ност – биіктігімен сипатталатын деформацияның қалдық мөлшері.

Келесі қасиеттерге эксперименттік зерттеулер жүргізілді: бір осьті созылу кезінде жыртылу кезінде жыртылу жүктемесі және салыстырмалы ұзарту, допты итеру кезінде жыртылу жүктемесі және жыртылу ұзарту, қалпына келу, қаттылық, серпімділік, серпімділік, беттік тығыздық.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Зерттелетін физика-механикалық қасиеттер келесі топтарға бөлінеді:

- тұрақты: технологиялық факторларға аз тәуелді, маңызды емес шектерде өзгертін жарылғыш жүктеме;

- жобаланған – технологиялық режимдерді таңдаумен реттелетін серпімділік, қалпына келу; қаттылық, икемділік, жарылғыш жүктеме;

- нормативтік құжаттарда талаптары жоқ жобалау кезінде ескерілетін ұзарту, бір осьті созылу кезінде жыртылу кезінде, допты итеру кезінде үзіліс ұзарту, беттік тығыздық.

Жүн талшықтарының жарылу жүктемесінің көрсеткіштері 22,3-тен 33,39-ға дейін берілген, бұл МЕМСТ 28000-2004 талаптарына сәйкес келеді. Қосымша материалдарды қолдану киіз бөліктерінің беріктігін арттыруға көмектеседі, әсіресе спандекс пен трикотажды қолдану. Қосымша материалдармен үлгілердің беріктігін арттыруға кенеп талшықтарының массасын ұлғайту және күшейтілген үлгілердегі қосымша материалдың жіптері арасындағы қашықтықты азайту көмектеседі. Бұл көрсеткішке ең аз беріктігі бар мыс жіппен үлгілерді жобалау кезінде ерекше назар аудару қажет.

Серпімділік және қалпына келу сияқты қасиеттер тұрақты көрсеткіштермен сипатталады. Серпімділік көрсеткіштері жоғары және 73%-тен 80%-ға дейін, бұл орташа көрсеткіштердің шамамен 10% -ын құрайды.

Бірақ қосымша материалдың бір түрі бар үлгілердің ішінде серпімділіктің ауытқуы шамамен 5% құрайды.

Қалпына келтіру 14-тен 16,7 мм-ге дейін өзгереді, бұл орташа мәннің 5%-дан сәл астамын құрайды. Спандекс үлгілерімен салыстырғанда мыс жіп үлгілерінің қалпына келуіне факторлардың әсерінің көп бағыты қосымша материалдардың қасиеттерінің полярлығында жатыр. Спандекс деформациядан кейін бұрынғы күйін қалпына келтіруге тырысады, ал мыс жіп жүктеменің жаңа қосымшасына дейін берілген пішінді сақтайды. Әр түрлі технологиялық режимдерде жасалған әр түрлі қосымша материалдары бар үлгілердің икемділігі мен қалпына келуінің өзгеруі маңызды емес, мүмкін басқа жалпы белгінің әсеріне байланысты. Үлгілерге ортақ – киіз кенептің болуы. Бұл көрсеткіштердің екеуі де жүн талшықтарының бұралуымен және олардың киіз басумен қамтамасыз етілуімен анықталатыны анық.

Қорытынды. Текстуралы жіп, спандекс және мыс жіп қабаттары арасында бір-бірімен байланысқан бикомпонентті киіз материалдарына зерттеулер жүргізілді. Бикомпонентті киізде көмекші заттың болуын арттыру қаттылық пен икемділік сипаттамаларын арттыратыны анықталды. Алайда, мыс (қызыл-сары) жіптің болу уақытының артуы бикомпонентті элементтердің икемділігін төмендететіні анықталды.

Сондай-ақ, киізден жасалған тоқыма материалдарының бөлшектерін жобалау кезінде пішінге төзімділікті сипаттайтын көрсеткіштерді есептеудің математикалық моделі жасалды.

Әдебиеттер тізімі

1. История войлока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inhandmade.ru/vojlokovalyanie/istoriya.vojloka>.
2. Войлок Казахстана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e-history.kz>.
3. [?] Искусство стран Востока [Текст]. – Москва, 2008. – 145 с.
4. Ковры Кыргызстана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://coolreferat.com>.
5. Кыргызское декоративно-прикладное искусство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kyrgyzstantravel.net/culture/handicraft-ru.htm#ex12>.
6. Асанова, Б.А. Казахский художественный войлок как феномен кочевой культуры [Текст]: автореф. дисс. ... канд. искусствоведения / Б.А. Асанова: 07.00.04. – Алматы, 2009. – 167 с.
7. Казахская юрта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kazakhstanhistory.ru/post36.php>.
8. Казахский орнамент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kazakhstanhistory.ru/post17.php>.
9. Сырмак [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ertegi.ru/index.php?id=30&idnametext=795&idpg=1>.
10. Барабанов, Г.Л. Физико-механические способы производства нетканых материалов и валяльно-войлочных изделий [Текст] / Г.Л. Барабанов, Е.Н. Бершев, Г.П. Смирнов, Ю.Я. Тюменев. – М.: Легпромбытиздат, 2014. – 456 с.
11. Семенова, А.И. Исследование свойств валяной обуви, содержащей синтетическое волокно с обработанной поверхностью [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А.И. Семенова. – Москва, 2014. – 154 с.
12. Сыдыкова, Ж.А. Разработка метода проектирования и изготовления деталей одежды объемной формы из войлока [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Ж.А. Сыдыкова. – Москва, 2011. – 162 с.
13. Бектемирова, Л.С. Разработка методов модификации деталей одежды из войлока на основе комбинаторных принципов [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Л.С. Бектемирова. – Москва, 2013. – 176 с.

Материал редакцияға 21.04.25 түсті, 16.06.25 қабылданды.

М.А. Махмудова¹, Р.Т. Калдыбаев¹, М. Бернд², Ж. Серикулы¹, Г.Ю. Калдыбаева¹

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзов, г. Шымкент, Казахстан

²RWTH Университет Ахен, г. Ахен, Германия

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВОЙЛОКА

Аннотация. В этом исследовании рассматриваются вопросы разработки технологии изготовления войлочного материала для формирования деталей внешней одежды с использованием двухкомпонентных материалов. Перспективы использования войлока связаны с уникальными свойствами шерстяных волокон, в первую очередь с высокими гигиеническими характеристиками – воздухопроницаемостью и влагопоглощением, свойствами, присущими только натуральной шерсти, а также с его износостойкостью и устойчивостью к образованию катышков. Работа выполнена с использованием методов графического анализа модификаций, систематизации и кодирования, а также визуальной оценки. Экспериментальная часть работы включает исследование микроструктуры элементов материала с помощью электронного микроскопа и анализ физико-механических свойств войлока. В исследовании применены методы статистической обработки данных, методы полного факторного планирования эксперимента и системно-структурного прогнозирования. Для решения отдельных задач использовались программы Microsoft Word, Excel, Photoshop и CorelDRAW.

Ключевые слова: вязаный войлок, двухкомпонентный материал, шерстяные волокна, физические и механические свойства, электронная микроскопия.

М.А. Makhmudova¹, R.T. Kaldybaev¹, M. Bernd², Zh. Serikuly¹, G.Yu. Kaldybaeva¹

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

²RWTH Aachen University, Aachen, Germany

STUDY OF THE PROPERTIES OF A BICOMPONENT MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF KNITTED FELT PRODUCTS

Abstract. This study addresses the issues of developing the technology for producing felt material to form outerwear components using bi-component materials. The prospects for using felt are related to the unique properties of wool fibers, primarily their high hygienic characteristics – air permeability and moisture absorption, properties inherent only in natural wool, as well as its wear resistance and resistance to pilling. The work is carried out using methods of graphical analysis of modifications, systematization and coding, as well as visual evaluation. The experimental part of the work includes the study of the material's microstructure using electron microscopy and the analysis of the physical-mechanical properties of felt. Statistical data processing methods, full-factor experimental planning methods, and system-structural forecasting are applied in the study. For solving specific tasks, Microsoft Word, Excel, Photoshop, and CorelDRAW software were used.

Keywords: felted wool, bi-component material, wool fibers, physical-mechanical properties, electron microscopy.

References

1. The History of Felt [Electronic resource]. – Access mode: <http://inhandmade.ru/vojlukovalyanie/istoriya.vojloka>. [in Russian].
2. Kazakhstan's Felt [[Electronic resource]. – Access mode: <http://e-history.kz>. [in Russian].
3. [?] Iskusstvo stran Vostoka [Art of Eastern Countries]. – Moscow, 2008. – 145 p. [in Russian].
4. Kyrgyzstan Carpets [Electronic resource]. – Access mode: <http://coolreferat.com>. [in Russian].
5. Kyrgyz Decorative and Applied Art [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.kyrgyzstantravel.net/culture/handicraft-ru.htm#ex12>. [in Russian].
6. Asanova B.A. Kazakhskiy khudozhestvennyy voylok kak fenomen kochevoy kultury [Kazakh Artistic Felt as a Phenomenon of Nomadic Culture]: PhD Abstract in Art Studies. 07.00.04. – Almaty, 2009. – 167 з. [in Russian].
7. Kazakh Yurt [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.kazakhstanhistory.ru/post36.php>. [in Russian].
8. Kazakh Ornament [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.kazakhstanhistory.ru/post17.php>. [in Russian].
9. Syrmak Felt Carpet [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.ertegi.ru/index.php?id=30&idnametext=795&idpg=1>. [in Russian].
10. Barabanov G.L., Bershev E.N., Smirnov G.P., Tyumenev Yu.Ya. Fiziko-mekhanicheskiye sposoby proizvodstva netkanykh materialov i valyal'no-voýlochnykh izdeliy [Physical and Mechanical Methods of Manufacturing Nonwoven and Felt Products.]. – Moscow: Legprombytizdat, 2014. – 456 p. [in Russian].
11. Semenova A.I. Issledovaniye svoystv valyanoy obuvi, soderzhashchey sinteticheskoye volokno s obrabotannoy poverkhnost'yu [Study of Properties of Felt Footwear Containing Treated Synthetic Fiber]: PhD Thesis in Technical Sciences. – Moscow, 2014. – 154 p. [in Russian].
12. Sydykova Zh.A. Razrabotka metoda proyektirovaniya i izgotovleniya detaley odezhdy ob'yemnoy formy iz voyloka [Development of Design and Manufacturing Methods for Volumetric Felt Garment Parts]: д PhD Thesis in Technical Sciences. – Moscow, 2011. – 162 p. [in Russian].
13. Bektemirova L.S. Razrabotka metodov modifikatsii detaley odezhdy iz voyloka na osnove kombinatornykh printsipov [Development of Modification Methods for Felt Garment Details Based on Combinatorial Principles]: PhD Thesis in Technical Sciences. – Moscow, 2013. – 176 p. [in Russian].