

## АУА КЕҢІСТІГІНДЕГІ ПАРАШЮТШІЛЕРДІҢ ҚОЗҒАЛЫС НЕГІЗІНДЕ ӨЗГЕРЕТІН АНТРОПОМЕТРИЯЛЫҚ НҮКТЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

<sup>1</sup>А.Ж. АБЕКОВА\* , <sup>1</sup>А.Ж. ТАЛГАТБЕКОВА , <sup>2</sup>Н.Б. РАХМЕТОВА 

<sup>1</sup>Алматы технологиялық университеті, АҚ, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100  
<sup>2</sup>Қазақ ұлттық қыздар педагогика университеті, Қазақстан, 050000 Алматы қ., Айтек би көш., 99)  
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: Abekova94@mail.ru\*

*Ауа кеңістігінде парашютпен секіруге арналған костюмді жобалау барысында оларға қатысты қауіпті және зиянды факторлардың әсерін, оның ішінде парашютші орналасқан қоршаған ортаның сыртқы факторларын ескеру қажет, парашютшілер орындайтын функционалдық позициялар, қозғалыстар белгіленеді және талданады, сонымен қатар тұтынушылардың қалаулары егжей-тегжейлі зерделенеді. Ауа кеңістігінде парашютпен секіруге арналған костюмді жобалау үрдісі келесі маңызды кезеңдерді қамтиды: эргономикалық талапқа сәйкес киім мен антропометриялық нүктелердің өзара қатынасын, киімнің адам денесін қорғау барысындағы салыстармалы сипаттамалары негізінде материалдар пакетін таңдау, математикалық модель негізінде жобаланған өнімнің дизайнын жасау, құрылымды ұзақ зерттеу үрдісін қысқарту ескеріледі. Жобалау сатысында эргономикалық сәйкестіктің жоғарғы деңгейі бар өнімдерді алуға мүмкіндік береді. Парашютпен секіруге арналған эргономикалық костюмді жобалаудың ұсынылған ақпараттық-логикалық схемасы дизайнның әр кезеңіндегі жұмыс түрін, дәйектілігі мен байланысын анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында парашютшілердің фигураларының өлшемдік белгілерінің динамикалық әсерлерінің өзгеруінің негізгі буындардағы қозғалыстардың бұрыштық биомеханикалық параметрлеріне көпмүшелік тәуелділіктері анықталды. Ауа кеңістігіндегі парашютшілердің қозғалыс негізінде өзгертін антропометриялық нүктелерін зерттеу жағдайларына сәйкестігін анықтайтын арнайы киім функционалдық-эргономикалық белгілері бойынша анықталынады.*

**Негізгі сөздер:** парашютшілер, антропометрия, антропометриялық нүкте, биомеханика, қозғалыс.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ТОЧЕК, ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ НА ОСНОВЕ ДВИЖЕНИЯ ПАРАШЮТИСТОВ В ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

<sup>1</sup>А.Ж. АБЕКОВА\*, <sup>1</sup>А.Ж. ТАЛГАТБЕКОВА, <sup>2</sup>Н.Б. РАХМЕТОВА

<sup>1</sup>АО Алматинский технологический университет, Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100  
<sup>2</sup>Казахский национальный женский педагогический университет», Казахстан, 050000,  
г. Алматы, ул. Айтеке би, 99)

Электронная почта автора корреспондента: Abekova94@mail.ru\*

*При проектировании одежды парашютистов в воздушном пространстве необходимо учитывать влияние в отношении них опасных и вредных факторов, в том числе внешних факторов окружающей среды, в которых находится парашютист, устанавливаются и анализируются функциональные позиции, движения, выполняемые парашютистами, а также детально изучаются предпочтения потребителей. Процесс проектирования костюма для прыжка с парашютом в воздушном пространстве включает в себя следующие важные этапы: взаимосвязь одежды и антропометрических точек в соответствии с требованиями эргономики. Учитывается выбор пакета материалов на основе сопоставимых характеристик одежды в процессе защиты человеческого тела, разработка дизайна проектируемого изделия на основе математической модели, сокращение процесса длительного изучения структуры. А на стадии проектирования позволяет получить изделия с высоким уровнем эргономичности. Предлагаемая информационно-логическая схема проектирования эргономичного костюма для прыжков с парашютом позволяет определить тип, последовательность и взаимосвязь работ на каждом этапе проектирования. В ходе исследования были выявлены полиномиальные зависимости изменения динамических эффектов размерных признаков фигур парашютистов от угловых биомеханических параметров движений в основных звеньях. Специальная одежда, определяющая соответствие парашютистов в воздушном пространстве условиям исследования антропометрических точек, изменяющихся на основе движения, определяется по функциональ-*

*но-эргономическим признакам. При этом обосновывается изменчивость вида исходных модельных конструкций спецодежды в соответствии с разнообразием проектных условий по движению в воздушном пространстве.*

**Ключевые слова:** парашютисты, антропометрия, антропометрическая точка, биомеханика, движение.

## THE STUDY OF ANTHROPOMETRIC POINTS THAT CHANGE BASED ON THE MOVEMENT OF PARACHUTISTS IN THE AIRSPACE

<sup>1</sup>A.ZH. ABEKOVA\*, <sup>1</sup>A.ZH. TALGATBEKOVA, <sup>2</sup>N.B. RAHMETOVA

<sup>1</sup>Almaty Technological University, JSC, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi, 100

<sup>2</sup>Kazakh National Women's Pedagogical University, Kazakhstan, 050000, Almaty, Aiteke bi, 99)

Corresponding author e-mail: Abekova94@mail.ru\*

*When designing parachutists' clothing in the airspace, it is necessary to take into account the influence of dangerous and harmful factors in relation to them, including external environmental factors in which the parachutist is located, functional positions, movements performed by parachutists are established and analyzed, as well as consumer preferences are studied in detail. The process of designing a suit for skydiving in airspace includes the following important stages: the relationship of clothing and anthropometric points in accordance with the requirements of ergonomics. It takes into account the choice of a package of materials based on comparable characteristics of clothing in the process of protecting the human body, the development of the design of the projected product based on a mathematical model, the reduction of the process of long-term study of the structure. And at the design stage, it allows you to get products with a high level of ergonomics. The proposed information and logical scheme for designing an ergonomic suit for skydiving allows you to determine the type, sequence and relationship of work at each stage of the design. In the course of the study, polynomial dependences of changes in the dynamic effects of dimensional features of parachutists' figures on angular biomechanical parameters of movements in the main links were revealed. Special clothing that determines the compliance of parachutists in the airspace with the conditions of the study of anthropometric points that change based on movement is determined by functional and ergonomic features. At the same time, the variability of the type of the initial model designs of workwear is justified in accordance with the variety of design conditions for movement in airspace.*

**Keywords:** parachutists, anthropometry, anthropometric point, biomechanics, movement.

### *Kіpіcne*

Костюмді жобалау процесінің құрылымы арнайы киімнің жаңа үлгілерін жасау бойынша дәйекті орындалатын жұмыс түрлерін сипаттайтын деңгейлер бойынша топтастырылған кезеңдермен ұсынылған [1]. Жобалау алдындағы зерттеулерді жүргізу барысында пайдалану жағдайлары зерделенеді, өйткені қауіпті және зиянды факторлардың (ЖФК) әсерін, оның ішінде парашютші орналасқан қоршаған ортаның сыртқы факторларын ескеру қажет, парашютшілер орындайтын функционалдық позициялар, қозғалыстар белгіленеді және талданады, сонымен қатар тұтынушылардың қалаулары егжей-тегжейлі зерделенеді [2].

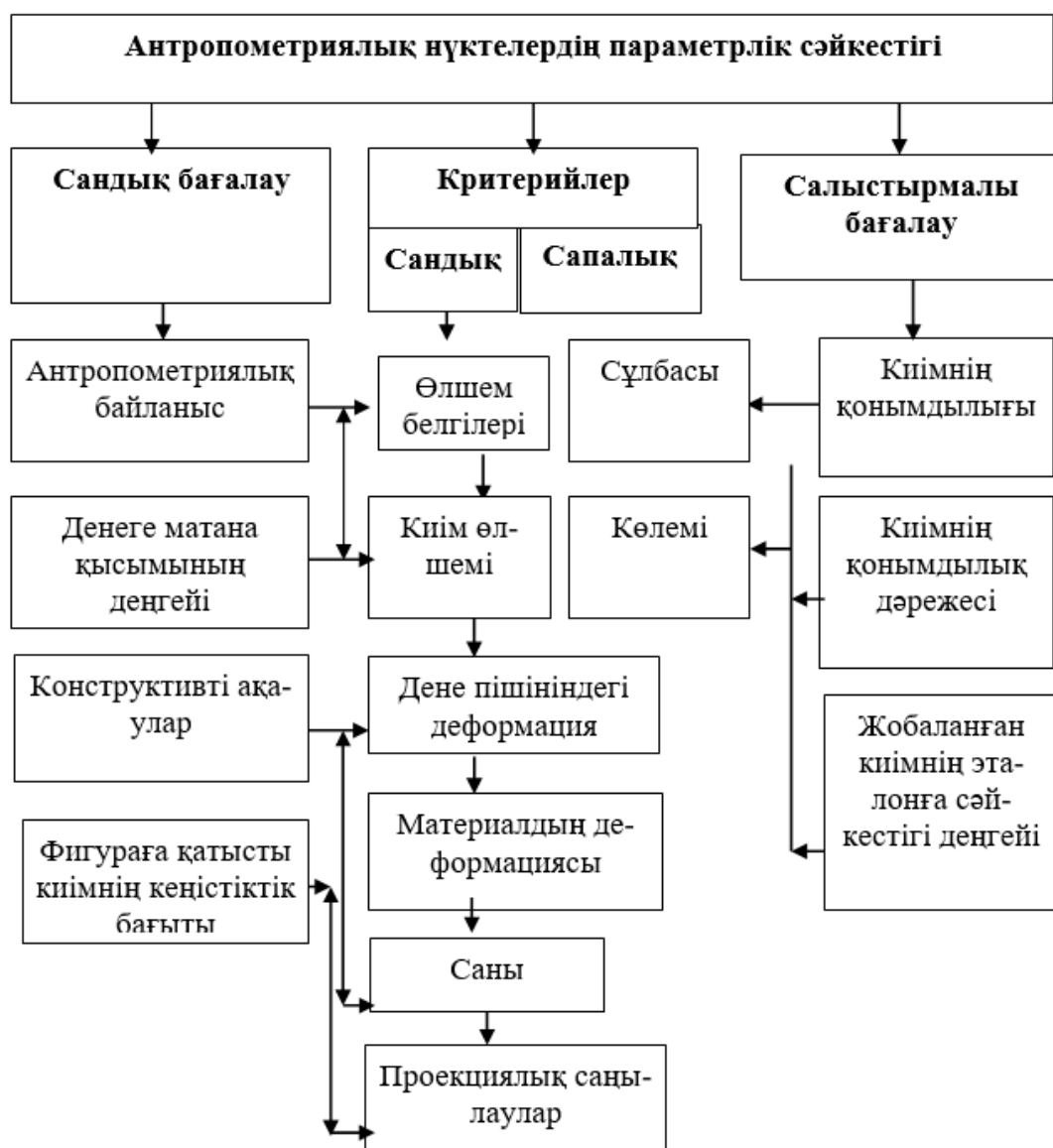
Парашютпен секіруге арналған эргономикалық костюмді жобалау процесі келесі маңызды кезеңдерді қамтиды: қорғау сипаттамаларын бағалау және олардың қорғау қабілетінің салыстармалы сипаттамалары негізінде материалдар пакетін таңдау, мате-

матикалық модель негізінде жобаланған өнімнің дизайнын жасау, құрылымды ұзақ зерттеу процесін қысқарту, жобалау сатысында эргономикалық сәйкестіктің жоғарғы деңгейі бар өнімдерді алуға мүмкіндік береді [3].

### *Зерттеу материалдары мен әдістері*

Жалпы ауа кеңістігіндегі парашютшілердің қозғалыс негізінде антропометриялық нүктелерін зерттеу әдістеріне қойылған мәселелерді шешуге мүмкіндік беретін міндеттері: теориялық және практикалық материалды талдау және синтездеу, топтастыру және салыстыру, ғылыми абстракция және болжау, құрылымдық-динамикалық талдауларды қарастыру және т.б. [4].

Жалпы қандай да киімнің сапасын бағалау сарапшылардың субъективті пікірлері негізінде жүргізіледі [5]. Соның бірі парашютшілердің киімдерінің қозғалыс негізінде антропометриялық нүктелерінің фигураға сәйкестігін анықтау барысында төмендегі суреттегі киім сапасын бағалаудың тұжырымдамалық моделі ұсынылды.



Сурет 1 – Парашютшілердің киімнің антропометриялық нүктелердің жобалық шешімдерінің сапасын бағалаудың тұжырымдамалық моделі

Парашютшілердің киімнің антропометриялық нүктелердің жобалық шешімдерінің сапасын бағалау барысын сандық, сапалық, салыстырмалы критерилер арқылы анықталынды [6]. Мұнда сандық бағалауда парашютшілердің киімі мен адам денесіндегі антропометриялық нүктелердің өзара байланысын анықталынды. Демек, бұл жағдайда міндетті түрде өлшем белгілерін және денеге матаның қысымының деңгейін анықтағанды

жөн көрдік. Атап айтқанда адам мүшесінде 206 сүйек болатын болса әрқайсысының киімді жобалауда қажеттігі анықталады [7]. Ал, киім өлшемінің саны немесе көлемі адам денесінің пішініне үйкеліс барысындағы деформациясын және құрастыру үрдісіндегі жіберілген ақауды көрсетеді [8]. Фигураға қатысты киімнің қонымдылығын, ауа кеңістіктік жағдайындағы парашютшілердің киімедегі проекциялық саңылаулардың қажеттігін анықтайды [9].

Кесте 1- Парашютшілерге тән қимыл-қозғалыстар

Қимыл-қозғалыс түрі	Сипаттамасы
1	2
	<p>Басы жоғары бейтарап позиция. Кеуде жоғары көтерілген, омыртқа тік қалыпта. Шынтақ кеуде деңгейінде көлденең бағытта созылған. Жамбас алдыға қарай көтерілген. Отырған кезде тізе буыны 90°-та бүгілген.</p>
	<p>Басты және қолды көтеру позициясы. Кеуде жоғары көтерілген, омыртқа тік қалыпта. Шынтақ жоғары қарай көтерілген. Жамбас алдыға қарай көтерілген. Отыру кезінде аяқтағы тізе буыны 90°-та бүгілген.</p>
	<p>Басты және қолды жоғары көтеру және 45°-та отыру позициясы. Кеуде жоғары көтерілген, омыртқа тік қалыпта. Қол жоғары көтерілген. Жамбасты алыға қарай көтеру. Отыру кезінде аяқтағы тізе буыны 45°-та бүгілген.</p>
	<p>Баспен вертикаль бағытта айналу позициясы. Кеуде жоғары көтерілген, омыртқа тік қалыпта. Шынтақ кеуде деңгейінде көлденең бағытта созылған. Қолды көз деңгейінде жоғары көтеру. Жамбас алдыға қарай көтерілген. Отыру кезінде аяқтағы тізе буыны 90°-та бүгілген.</p>
	<p>Ішпен ұшудағы негізгі позиция. Жамбас иық пен тізеден төмен болатындай етіп орналасу керек. Қолдар шамамен 90° бұрышта бүгіп, симметриялы позициялы. Тізеңі иық енінен бөлек ұстау. Қолдар шынтақ бүгілген, иық деңгейінен сәл төмен.</p>
	<p>Ішпен ұшудағы негізгі позиция. Басты төмен түсіру. Жамбас иық пен тізеден төмен болатындай етіп орналасу керек. Қолдар шамамен 90° бұрышта бүгіп, симметриялы позициялы. Жауырын бұлшық еті жиырылған. Тізесін иық енінен бөлек ұстау. Қол шынтағы бүгілген, иық деңгейінен сәл төмен. Қолды көлденең бағытта созу.</p>
	<p>Отырып ұшудағы негізгі позиция (2). Кеудені жоғары көтеру. Жамбасты алдыға қарай көтеру. Отырған кезде аяқтағы тізе бұрышы 90°-а бүгілген. Тізеңі иық енінен бөлек ұстау. Қолдар шынтақ бүгілген, иық деңгейінен сәл төмен. Қолды көлденең бағытта созу.</p>

Парашютшілерге тән қимылдарын талдау кезінде қолдың жиі кездесетін жағдайы: алға қарай созылған, шынтақтары бүгілген, тігінен жоғары көтерілген. Аяқтың позицияларына: тізе мен жамбас буындарында бүгілуі жатады [10].

**Нәтижелер және оларды талқылау**

Эргономикалық сипаттамалары жоғары өнімді жобалау кезінде сипаттамалық қозғалыстар ескерілуі керек [11]. Алматы облысындағы «Байсерке аэродромы» және «Плато Ушконыр» қызметкерлерінен 15 адамнан сауалнама жүргізілді. Сауалнаманы әлеуетті тұтынушыларды зерттеу барысында алынған артықшылықтарды талдау костюмдердегі артықшылық берілетіндігін көрсетті.

Өнім материалдарының артықшылықтарын анықтау үшін жұмыс істейтін қызметкерлерге ауызша сауалнама жүргізілді, бұл жоғары матаның жоғары беріктігі, жақсы гигиеналық 40 қасиеттері, жел мен ылғалдан қорғайтын болуы, сондай-ақ қозғалыс кезінде артық шу шығармауы керек екенін көрсетті. Жобалау ал-

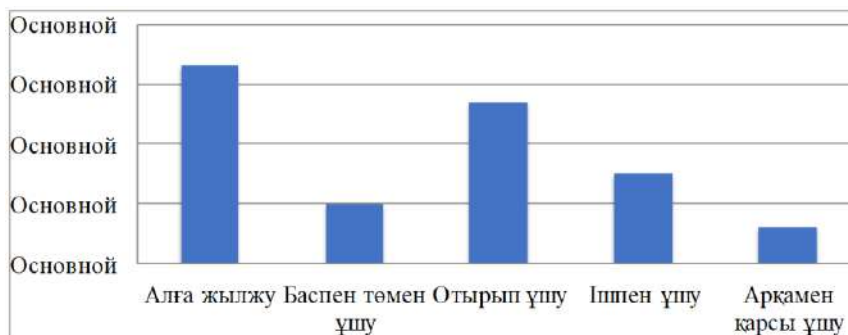
дындағы зерттеулер барысында алынған декреттерді есепке алу: қолданыстағы ассортиментті пайдалану жағдайларын, зиянды және қауіпті факторлардың әсерінен талдау, киім үлгілерінің тозу топографиясы, тән қозғалыстарды талдау және әлеуетті тұтынушыларды зерттеу парашютшілер костюмдерінің дизайнына және жобаланған өнім пакетіне кіретін материалдарға қойылатын талаптарды әзірлеуге және негіздеуге мүмкіндік береді [12].

Жетекші өндірушілердің костюмдеріндегі спортшылардың фотосуреттерін параметрлік талдаудан кейін таңдалған негізгі позицияларда және тәжірибелі парашютші нұсқаушыларының практикалық ұсыныстарынан кейін куртка мен шалбардың динамикалық сәйкестігін бағалау үшін екі бұрыштық биомеханикалық индикатор таңдалды [13].

Оларға:

1. Қолдың бұрыштық биомеханикалық көрсеткіші ( $\alpha$ -45°)

2. Аяқтың бұрыштық биомеханикалық көрсеткіші ( $\beta$ -45°)



Сурет 2 - Қозғалыс кешенін талдау негізінде спортшының ұшу кезіндегі қабылдайтын позициялары

Анықталған қолдың және аяқтың бұрыштық биомеханикалық көрсеткіштер негізінде, кеңістіктегі антропометриялық нүктелердің қозғалыс заңдылықтарын және өзгерістерін зерттеу болып табылады [14]. Яғни, қолды иық және аяқтың тізе буындарында.

Бұл ұстанымды толық қалыптастыру үшін сауалнама жүргізілді. Яғни, қол және

аяқты бұру, созу кезінде антропометриялық нүктелердің ығысуы пайда болады [15]. Соның негізінде антропометриялық нүктелердің он бір түрі анықталды. Нәтижесінде олардың ішінен 7 түрі өзгеріске бейім екені анықталып, кесте 2 ұсынылған.

Кесте 2- Өзгеріске ұшырайтын антропометриялық нүктелер

№	Антропометриялық нүктелер атауы	Сипаттамасы
1	Б	Омыртқаның жетінші шығыңқы нүктесі
2	Ж	Жауырынның акромьяльді шығыңқы нүктесі
3	О	Артқы бойдың қолтық ойындысындағы жоғарғы нүктесі
4	И	Шыбық сүйектің шынтақтағы шығыңқы нүктесі
5	З	Иық буынының ортасынан бөлгендегі шығыңқы нүктесі
6	П	Артқы бойдың шығыңқы нүктесі
7	М	Тізенің шығыңқы нүктесі

### Қорытынды

Жоғарыда қарастырылған ғылыми зерттеу жұмыстарына талдау жасай отырып, парашютшілердің киімнің антропометриялық нүктелердің жобалық шешімдерінің сапасын бағалаудың тұжырымдамалық моделі жасауды жөн көрдік. Антропометриялық нүктелердің параметрлік сәйкестігін анықтау барысында сандық, сапалық, салыстырмалы бағалау критерилері ұсынылды.

Сонымен қатар парашютшілерге тән қимыл-қозғалыстар нәтижесінде ұсынылған он бір қозғалыстың ішінде, парашютшілер жасайтын үш негізгі қимыл-қозғалыс анықталды. Оларға: 1) басы жоғары бейтарап позиция; 2) ішпен ұшудағы негізгі позиция; 3) ішпен ұшудағы негізгі позиция (2) тандалынды. Соның негізінде өзгеріске бейім жеті негізгі антропометриялық нүктелер анықталынды. Үш қозғалыста жасау барысында антропометриялық нүктелердің ығысуы анықталды.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Типовые фигуры мужчин. Размерные признаки для проектирования одежды. ОСТ17521-86.
2. Рахметова Н.Б. Тігін бұйымдарын құрастыру. Жоғары оқу орындарына, колледж, кәсіби мектептерге арналған қазақ тіліндегі оқу құралы. – Алматы: Эверо, 2022. – 156 б
3. Сопельникова Н.Г. Исследование и разработка защитного костюма для выполнения работ методами промышленного альпинизма на основе биомеханических характеристик человека: автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук, Шахты. – 2006. – 26 с.
4. Ольшанская, Г.Г. Функционально-эргономическое обоснование проектных решений одежды специального назначения: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04 // Г.Г. Ольшанская. - СПб.: СПбГУТД, 1990. - 220 с.
5. Москаленко Н.Г. Проектирование одежды для экстремальных видов спорта с повышенными эргономическими показателями: дисс. ... канд. техн. наук – Владивосток. 2011. – 188 с.
6. Москвина М.А. Обеспечение антропометрического соответствия в автоматизированном проектировании одежды заданных силуэтных форм: дисс. ... канд. техн. наук: 05.19.04 // Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна], 2016.- 211с.
7. Рыскулова Б.Р., Сейдахан А.Е., Рахметова Н.Б., Данадилова Ж.Е., Кандидат М. Выбор и обоснование оптимального комплекта спецодежды штурманов//Технология текстильной промышленности. - 2018. No 6 (378) – С. 222-226.
8. Ташпулатов С.Ш., Кадиров Т.Д., Расулова М.К., Абенова И.Р., Талгатбекова А.Ж. Исследования

показателей качества хлопчатобумажной ткани, обработанной технологическим раствором для изготовления спецодежды // No 5 (383) Технология текстильной промышленности. Москва - 2019.-139-142 с.

9. Imankulova L., Rakhmetova N., Tastanbek D., Zholdasbekova S., Kalymova A., Mata B. Formation of Future Teachers Professional Competence on the Bases of Modern Technologies. //Review of International Geographical Education (REGION),11(5),439-449. Doi:10.48047/

10. Розанова Е.А., Москаленко Н.Г., Стрельцов И.П. Разработка математической модели для определения параметров замкнутой системы «человек – спортивная одежда» // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11-6. – С. 1142-1146

11. Кузнецов, В.И. Анатомия и физиология человека / В. И. Кузнецов. - Минск : Новое знание, 2015. - 560 с. - ISBN 978-985-475-795-7.

12. Lina Wahrer. MATERIAL SCIENCE & GARMENT TECHNOLOGY TOWARDS CIRCULAR ECONOMIES WITHIN THE FASHION INDUSTRY / The Swedish school of textiles university of Boras.- 2015. – 52 p.

13. Хосп Юлиан, Барблис Томас. Кайтбординг Trictionary / Trictionary Publishing, 2013. — 424 с. — ISBN 978-3-9502776-7-8.

14. Москаленко. Н.Г. Проектирование одежды для экстремальных видов спорта с повышенном эргономическими показателями [Текст]: дис... канд. тех. наук: 05.19.04/ Москаленко Надежда Григорьевна // Дизайн и технологии. 2011. – 190с

15. Tarrier, J. Applying Finite Element Analysis to Compression Garment Development/ J. Tarrier, A. Harland, R. Jones, T. Lucas, D. Price // Procedia Engineering. 2010. -vol.2 -P. 3394-3354

### REFERENCES

1. Typical figures of men. Dimensional features for designing clothes. GOST 17521-86.
2. Rakhmetova N. B. manual in the Kazakh language for higher educational institutions, colleges, professional schools" sewing products Assembly". Evero Almaty, 2022.156 p [In Kaz]
3. Sopolnikova N.G. Research and development of a protective suit for performing work by methods of industrial mountaineering based on human biomechanical characteristics. Abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences of the Mine – 2006 – 26 p .
4. G. Functional and economic justification of design solutions for special purpose clothing: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.19.04 // G.G. Olshanskaya. - St. Petersburg: SPbGUTD, 1990. - 220 p. [In Rus]
5. Moskalenko N.G. Designing clothes for extreme sports with increased ergonomic performance. dissertation ... Candidate of Technical Sciences: // Vladivostok 2011.188b.
6. Moskvina M.A. Ensuring anthropometric compliance in the automated design of clothing of

specified silhouette forms: dissertation ... Candidate of Technical Sciences: 05.19.04 // St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design], 2016.- 211 p. [Accessed: 11/27/12]. [In Rus]

7. B.R. Ryskulova, A.E. Seidehan, N.B. Rakhmetova, J.E. Danilova, M. Candidate. Selection and justification of the optimal set of plasterer's workwear. Textile Industry Technology 2018. No. 6 (378) 222-226 p. [In Rus]

8. Tashpulatov S.Sh., Kadirov T.D., Rasulova M.K., Abenova I.R., Talgatbekova A.Zh. Investigation of quality indicators of cotton fabric treated with technological solution for the manufacture of workwear // No. 5 (383) Technology of textile industry. Moscow - 2019.-139-142 p. [In Rus]

9. Imankulova L., Rakhmetova N., Tastanbek D., Zholdasbekova S., Kalymova A., Mata B. Formation of Future Teachers Professional Competence on the Bases of Modern Technologies. //Review of International Geographical Education (REGION),11(5),439-449. Doi:10.48047.

10. Rozanova E.A., Moskalenko N.G., Streltsov I.P. DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF A CLOSED SYSTEM "MAN – SPORTSWEAR"

// Fundamental research. - 2013. – No. 11-6. – pp. 1142-1146

11. Kuznetsov, V.I. Human anatomy and physiology / V. I. Kuznetsov. - Minsk: New Knowledge, 2015. - 560 p. - ISBN 978-985-475-795-7.

12. Lina Wahrer. MATERIAL SCIENCE & GARMENT TECHNOLOGY TOWARDS CIRCULAR ECONOMIES WITHIN THE FASHION INDUSTRY / The Swedish school of textiles university of Boras. - 2015. 52p

13. Hospice Julian, Barblis Thomas. Kiteboarding Trictionary / Tricktionary Publishing, 2013. — 424 p. — ISBN 978-3-9502776-7-8.

14. Moskalenko. N.G. Designing clothes for extreme sports with increased ergonomic performance [Text]: dis... Candidate of Technical Sciences: 05.19.04/ Nadezhda Grigorievna Moskalenko // Design and technology. 2011. – 190c

15. TARRIER, J. Applying Finite Element Analysis to Compression Garment Development/ J. TARRIER, A. HARLAND, R. JONES, T. LUCAS, D. PRICE // Procedia Engineering. 2010. -vol.2 -P. 3394-3354