

FTAMP 64.33.81

Н.Н. Азиз-Кариева¹ – негізгі автор, | ©
Р.О. Жилисбаева²



¹Магистрант, ²Техн. ғылым. д-ры, профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0001-5840-3537> ²<https://orcid.org/0000-0002-5722-4617>



^{1,2}Алматы технологиялық университеті,



Алматы, Қазақстан



¹azizkarieva@inbox.ru

<https://doi.org/10.55956/HJRY2433>

АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯ ҰШҚЫШТАРЫНЫҢ ФОРМАЛЫҚ КИІМІНЕ КҮН СӘУЛЕСІНЕН ҚОРҒАЙТЫН ТОҚЫМА МАТЕРИАЛДАРЫН ИНТЕГРАЦИЯЛАУ

Аңдатпа. Қолданыстағы нормативтік құжаттарда ұшқыштардың формалық киіміне күн сәулесінен қорғайтын қасиеттер бойынша тікелей талаптар қарастырылмаған, алайда ультракүлгін сәулеленудің (УФ) кәсіби әсері ғылыми түрде расталған. Жұмыстың мақсаты – өндіруші мәлімдеген ультракүлгіннен қорғаныс деңгейі (UPF) бар тоқыма материалдарын негізгі сыртқы қабат ретінде пилоттың формалық жейдесіне енгізудің орындылығын негіздеу және бағалау. Зерттеуде кешенді (аралас) тәсіл қолданылды: салалық әдебиет пен реттеуші-құқықтық актілерді талдау арқылы олқылықтарды айқындау; функционалдық материалдар саласындағы шешімдерді технологиялық трансферлеу және бейімдеу мақсатында outdoor сегментіндегі эталондық жейделерді салыстырмалы бағалау; UPF-тоқымалардың эксплуатациялық-гигиеналық негізгі көрсеткіштері (ауаөткізгіштік, мыжылуға төзімділік, түкшеленуге (пилингке) төзімділік) бойынша зертханалық сынақтар жүргізу. Кешенді бағалау нәтижесінде күннен қорғайтын қасиеттері бар пилоттың формалық жейдесін жобалауға арналған прототип таңдалды. Ғылыми жаңалығы – кемелденген тұтыну секторынан авиациялық формаға технологиялық шешімдерді көшірудің (технологиялық трансфердің) қайталанатын алгоритмін ұсыну. Практикалық маңызы – ұшқыштардың фотобиологиялық жүктемесін төмендету және эксплуатациялық әсерін тексеруге арналған тәжірибелік партияны шығаруға даярлық.

Тірек сөздер: күннен қорғайтын тоқыма, пилоттың формалық киімі, азаматтық авиация, кәсіби ультракүлгін әсері, ультракүлгіннен қорғаныс деңгейі (UPF), функционалды тоқыма материалдары, белсенді демалыс киімі (outdoor).



Азиз-Кариева, Н.Н. Азаматтық авиация ұшқыштарының формалық киіміне күн сәулесінен қорғайтын тоқыма материалдарын интеграциялау [Мәтін] / Н.Н. Азиз-Кариева, Р.О. Жилисбаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №4(90). – Б.240-251. <https://doi.org/10.55956/HJRY2433>

Кіріспе. Азаматтық авиация ұшқыштарының формалық киімі әуе компанияларының имиджін қалыптастыратын негізгі элементтердің бірі болып қала береді: бұл сегментте корпоративтік стиль мен сыртқы келбеттің регламенттелген талаптарына қатаң сәйкестік көбіне эргономикалық және қорғаныштық сипаттамалардан басым түседі. Дегенмен, жыл сайын алыс

қашықтықтағы рейстер санының артуы және жұмыс ортасы мен сыртқы орта факторларының кешенді ықпалы жағдайында ұшқыштардың қызметтік киімінің функционалдық қасиеттеріне қойылатын талаптар күшейіп келеді. Қолданыстағы шешімдерді талдау қорғаныш функцияларын, соның ішінде зиянды өндірістік факторлар қатарына жататын ультракүлгін (УФ) сәулеленуді экрандау мәселелерінің жеткіліксіз пысықталғанын көрсетеді.

Ұшқыштар униформасына күн сәулесінен қорғайтын қасиеттерді енгізудің өзектілігі биіктік артқан сайын УФ-сәулелену қарқындылығының әрбір 1000 м сайын 10-12% өсетіні жөніндегі ғылыми дәлелденген деректермен айқындалады [1]. Бұл экипажға түсетін фотобиологиялық жүктемені едәуір күшейтеді. М. Sanlorenzo және т.б. (2015) жүргізген эксперименттік зерттеулер (АҚШ, Сан-Хосе және Лас-Вегас – күн радиациясы жоғары өңірлер) 30 000 фут ($\approx 9,14$ км) эшелонда 56,6 минут ұшу барысында ұшқыштардың алатын УФ-А (А типті ультракүлгін сәуле, UV-A) дозасы солярийдегі 20 минуттық сеансқа шамалас екенін көрсетті, бұл айқын кумулятивтік әсерді меңзейді [2]. Созылмалы ультракүлгін сәулелену тері жасушалары ДНҚ-сында тұрақты зақымдануларға әкеліп, мутагенез бен фотокәріленуді күшейтеді және меланома мен өзге де онкологиялық аурулардың даму қаупін едәуір арттырады [3]. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ; ағылш. World Health Organization, WHO) ультракүлгін зақымданулардың алдын алуда киім киюді ең маңызды қорғаныс шараларының бірі ретінде қарастырады [4]. Осыған байланысты ультракүлгіннен қорғаныс көрсеткіші жоғары киім (Ultraviolet Protection Factor, UPF) базалық тосқауылдың күшейтілген нұсқасы ретінде УФ-сәулеленудің алдын алуды тиімдірек қамтамасыз етеді, бұл оны ұшқыштар униформасында қолдануды негіздейді.

Салалық регламенттерде формалық киімнің күннен қорғайтын сипаттамалары бойынша тікелей талаптардың болмауы жағдайында технологиялық трансферді неғұрлым кемелденген сегменттен – белсенді демалысқа, туризм мен спортқа арналған киімдерден (outdoor-киім) – қолдану орынды болып табылады. Аталған сегментте UPF-материалдарды пайдалану күн радиациясының қауіпті әсерінің алдын алудың тиімді тәсілі ретінде өзін дәлелдеген.

Осы жұмыстың мақсаты – ультракүлгін сәулеленудің әуе кемесі экипажына қолайсыз ықпалы және меланома мен УФ-ассоциацияланған қатерлі тері жаңа түзілімдерінің тәуекелін төмендету шаралары туралы ғылыми деректерді жинақтау, сондай-ақ функционалдық тоқыма материалдарын жаңа салалық жағдайға бейімдеу мүмкіндігін бағалау: азаматтық авиация ұшқыштарының формалық киімін күннен қорғайтын қасиеттерді интеграциялау арқылы жобалау.

Қойылған мақсатқа жету үшін төмендегі міндеттер орындалды:

1. Медициналық деректер мен салалық үрдістерді талдау негізінде ұшқыштардың формалық киіміне күннен қорғайтын қасиеттерді интеграциялау қажеттілігі негізделді.

2. Белсенді демалыс, туризм және спорт киімі санатындағы UPF-материалдарды ұшқыштар униформасын жобалауға бейімдеу мүмкіндігі талданды.

3. Іріктелген материалдардың эксплуатациялық және эстетикалық сипаттамалары қолданыстағы стандарттарға сәйкес тәжірибелік түрде бағаланды.

4. УФ-қорғанысы интеграцияланған ұшқыш формалық кешенінің элементін жобалауға арналған базалық модель ретінде ұсынылатын прототип анықталды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы азаматтық авиация ұшқыштарының формалық киімі сегментіне (бұған дейін бұл міндет аясында қарастырылмаған) күннен қорғайтын функцияны енгізудің орындылығын негіздеуде және кейіннен қолданбалы инженерлік шешімді ұсынуда көрінеді.

Ұсынылған тәсілдің негізінде тоқыма наноматериалдары мен тоқыма талшықтарының құрылымдық модификациялары эксплуатациялық қасиеттерді сақтай отырып, УФ-сәулеленуден ұзақ мерзімді әрі тұрақты қорғанысты қамтамасыз ете алады деген гипотеза жатыр.

Азаматтық авиацияның халықаралық ұйымы (*International Civil Aviation Organization, ICAO*) халықаралық стандарттар мен ұсынылатын практиканы (*Standards and Recommended Practices, SARPs*) белгілейді, алайда ұшқыштардың формалық киімінің сыртқы келбетін, қолданылатын материалдарын және функционалдық сипаттамаларын регламенттемейді. Мінез-құлық нормалары мен кәсіби презентация, соның ішінде визуалды сәйкестендіру, экипаждың қауіпсіздік мәдениеті мен құзыреттілігінің жалпы құрамдас бөлігі ретінде қарастырылады [5]. Униформаның дизайнына, сапасына және қасиеттеріне қойылатын талаптарды айқындау және бекіту ұлттық реттеуші органдардың (мысалы, Қазақстан Республикасында – Көлік министрлігі, Азаматтық авиация комитеті) және эксплуатанттардың (әуе компанияларының) құзыретіне жатады. Еңбекті қорғау және ұшу құрамының денсаулығы мәселелері ICAO тарапынан негізінен шаршауды басқару және жалпы психофизиологиялық жай-күй бойынша ұсынымдармен шектеледі [6]. Қазіргі уақытта ұшқыштардың формалық киіміне мамандандырылған қорғаныш қасиеттерін енгізу қажеттілігіне қатысты ресми ережелер жоқ. Алайда жұмыс ортасының ерекшеліктерін ескерсек, бұл аспектінің әлеуетті маңыздылығы негізді болып көрінеді.

Азаматтық авиация ұшқыштарында бұрыннан белгілі кәсіби аурулар (аудио-респираторлық, жүрек-қан тамыр жүйесінің, тірек-қимыл аппаратының аурулары, көру және неврологиялық бұзылыстар) қатарында XX ғасырдың 1980-жылдарының соңы – 1990-жылдарының басынан бастап ұшу қызметі жағдайларымен байланысты онкологиялық тәуекелдерге арналған мақсатты зерттеулер жүргізіле бастады. Зерттеулер нәтижесінде ұшқыштар мен бортсеріктерде тері меланомасы және сүт безі обыры сияқты аурулардың жалпы халықпен салыстырғанда жиірек кездесетіні анықталды; бұл, болжам бойынша, иондаушы сәулеленудің, циркадтық ырғақтардың ығысуының және күн радиациясының (UV-A) ықпалымен түсіндіріледі. Бұл тұжырымдар 2002–2014 жылдары *British Medical Journal* және *JAMA Dermatology* журналдарында жарияланған ауқымды метаанализдермен расталды: онкологиялық тәуекелдердің жалпы популяциямен салыстырғанда орта есеппен 2,2 есе артатыны, әсіресе ұшу уақыты 5000 сағаттан асқанда, айқынырақ байқалатыны көрсетілді. Ішінара сүзілетін әйнек арқылы кабинаға өтетін және кумулятивтік әсерге ие күннің ультракүлгін сәулеленуі; биіктіктегі иондаушы ғарыштық сәулелену; сондай-ақ гормондық теңгерімге, иммундық функцияға және ДНҚ-ның қалпына келу үдерістеріне ықпал ететін биологиялық ырғақтардың десинхронизациясы тәуекелдің негізгі факторлары ретінде танылған [7,8]. 2015 жылдан бастап бейінді ұйымдардың – Ұлыбританияның Кәсіби жарақаттар жөніндегі консультативтік кеңесінің (*Industrial Injuries Advisory Council, IIAC*) және Әуе желілері ұшқыштары

қауымдастықтарының халықаралық федерациясының (*International Federation of Air Line Pilots' Associations, IFALPA*) – есептерінде ұшқыш мамандығының жоғары онкологиялық тәуекелмен байланысты болуы мүмкін екені атап өтіле бастады. ПАС қорытындылары негізінде еңбек өтілі бес жылдан асатын ұшу құрамының мүшелері үшін меланоманы кәсіби аурулар тізбесіне енгізу ұсынылды [9,10].

Азаматтық авиацияның тұрақты өсімі, соның ішінде трансконтинентальды және жоғары ендіктердегі рейстер санының артуымен қатар жүруі [11], әуе тасымалы ауқымын кеңейтіп қана қоймай, персоналға сыртқы ортаның қолайсыз факторларының жинақтала әсер етуін күшейтеді. Ұшқыштар арасында меланома және өзге де онкологиялық патологиялардың сырқаттанушылық деңгейі жоғары екені жөніндегі эпидемиологиялық деректерді, сондай-ақ авиация саласы қызметкерлері санының алдағы өсімі туралы болжамдарды ескере отырып, кәсіби аурулардың алдын алу жүйесіне күннен қорғайтын құралдарды, оның ішінде тоқыма негізіндегі шешімдерді интеграциялау қажет. Сертификатталған УФ-қорғаныш қасиеттері бар киімді (UPF материалдарынан) ұшқыштар униформасының құрамына енгізу онкологиялық тәуекелді төмендетудің қолжетімді әрі тиімді тәсілі ретінде қарастырылуы мүмкін, әсіресе күн сәулесі ұзақ уақыт және тұрақты әсер ететін жағдайларда. Мұндай тәсілдер УФ-экспозиция деңгейі жоғары басқа кәсіби салаларда да, құрылыс, спорт және ауыл шаруашылығында, қолданылып келеді.

Аналитикалық есептер деректеріне сәйкес, UPF-тоқымалар мен күннен қорғайтын киімнің әлемдік нарығы әртүрлі кәсіби және тұтынушылық сегменттердегі сұранысты көрсететін тұрақты өсім үрдісін байқатады. Алдағы онжылдықта бұл нарықтың күннен қорғайтын тоқыма үшін орташа жылдық өсу қарқыны $CAGR \approx 5,5\%$, ал UPF таңбалауы бар киім үшін $CAGR \approx 4,3\%$ деңгейінде тұрақты ұлғаюы болжанады [12,13]. Қазіргі таңда UPF-тоқыма өндіру технологияларының негізгі тренді – қорғаныш қасиеті талшық құрылымына енгізілген синтетикалық талшықтарды белсенді қолдану; мұндай материалдар қосымша өндеусіз-ақ тұрақты UPF 50+ деңгейін қамтамасыз етеді. Бұл шешімдер жаппай өндірісте қолданылып келеді, ал олардың құны әдеттегі тоқыма полотноларымен салыстырғанда 2-3 есе жоғары, бұл функционалдық деңгейі мен ұзақ қызмет ету мерзімімен негізделеді [12]. Осылайша, УФ-экспозициямен байланысты аурулардың алдын алуға қызығушылықтың артуы жағдайында, соның ішінде кәсіби ортада да, UPF-тоқыма технологиялық тұрғыдан кемелденген әрі коммерциялық қолжетімді шешім ретінде бағаланады және оны мамандандырылған әрі формалық киім құрамына, оның ішінде азаматтық авиация ұшқыштарының экипировкасына интеграциялауға болады.

Эргономикалық сипаттамалар, қауіпсіз материалдарды пайдалану, пайдалану (эксплуатация) жағдайларын ескеру, сондай-ақ төтенше және күнделікті жағдайларда персоналды визуалды сәйкестендіруді қамтамасыз ету – жеңіл өнеркәсіп пен еңбекті қорғау жүйесі шеңберінде формалық және арнайы киімді жобалау мен қолдануды реттейтін салалық нормативтерде бекітілген негізгі талаптар. Еңбекке қабілеттіліктің төмендеуіне жол бермеу және әуе компанияларының тиісті имиджін қамтамасыз ету мақсатында осы қағидаттар азаматтық авиация ұшқыштарының формалық киімін әзірлеу кезінде де ескерілуі тиіс. Ұшқыштың формалық костюмінің ассортименті тұрақты құрамымен және ондаған жылдар бойы сақталып келе жатқан силуэттердің шектеулі вариативтілігімен ерекшеленеді. Ерлердің

классикалық костюмінің сызықтарына негізделген униформа, негізінен, корпоративтік символика мен айырым белгілерін (погондар, жеңге тағылатын нашивкалар) орналастыру, сондай-ақ оларды бекіту тәсілдері есебінен ғана түрлендіріледі.

Қызметтік экипировканың денемен тікелей жанасатын және ұшу тапсырмаларын орындау барысында ең қарқынды пайдаланылатын негізгі элементі – формалық жейде. Рейстерді орындау кезінде жинақтың үстіңгі бөліктері (пиджак, бас киім) әдетте қолданылмайды. Маусымдық шешімдер мен кабина микроклиматына бейімделу үшін униформаға көбіне трикотаж жилет немесе свитер қосылады. Мұндай тәжірибе, әсіресе ұзаққа созылатын (6-7 сағаттан астам) рейстер кезінде, тұйық жұмыс кеңістігінде жылулық және физиологиялық жайлылықты сақтау қажеттілігімен түсіндіріледі. Осыған байланысты жейде киімнің негізгі жұмыс қабаты ретінде кабина микроклиматының бірқатар факторларының тікелей әсеріне ұшырайды: инфрақызыл (жылулық) және ультракүлгін сәулелену, сондай-ақ борттық жабдықтан тарайтын электромагниттік өрістер. Демек, қорғаныш қасиеттерін, соның ішінде күн спектрінің зиянды құрамдастарын экрандау қабілетін интеграциялау ең алдымен дәл жейде үшін аса өзекті.

UPF-тоқыманы әзірлеудегі жетістіктерге және жетекші UPF-киім өндірушілері (*Coolibar, Solumbra, Columbia, Patagonia* және *UV Skinz*) шығаратын күннен қорғайтын киімнің тиімділігі көпжылдық тәжірибемен расталғанына сүйене отырып, белсенді демалысқа арналған киім (outdoor) сегментіндегі жейде үлгілері УФ-қорғаныш қасиеттері бар формалық киім ассортиментін жобалауда прототип ретінде қызығушылық тудырады. Бұл сегментті таңдаудың негіздемелері төмендегідей:

- зерттеу үшін қолжетімділіктің жоғары болуы (үлгілерді еркін сатып алу және өндірушілер сайттары мен маркетплейстерде көрсетілген паспорттық сипаттамаларды талдау мүмкіндігі);

- формалық жейдемен конструктивтік ұқсастығы (бұйым архитектурасының және негізгі бөлшектер жиынтығының салыстырмалылығы);

- конструктивтік-технологиялық шешімдердің пысықталған болуы (қосымша желдету аймақтары, функционалдық қалталар мен қосалқы құралдарға арналған бекіткіштер, жүктемесі жоғары аймақтардағы күшейтпелер);

- материалтанулық әртүрлілік (UPF деңгейі мәлімделген полотнолардың құрамы мен құрылымдарының кең спектрі).

Аталған факторлардың жиынтығы outdoor-сегментті кейіннен шешімдерді ұшқыштардың формалық киіміне қойылатын регламенттелген талаптарға бейімдеу үшін қолайлы әрі валидті «трансфер алаңы» ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Белгіленген критерийлерге, яғни эргономикалық сипаттамаларға, функционалдық және қорғаныш қасиеттерге, эксплуатациялық сенімділікке, сондай-ақ корпоративтік стиль мен сыртқы келбетке қойылатын талаптарға сәйкестікке сәйкес географиялық, технологиялық, конструктивтік және эстетикалық белгілерді қамтитын модель-аналогтар іріктелді. Олардың қатарына тактикалық және далалық міндеттерге арналған, саяхат пен табиғаттағы белсенді демалысқа арналған модельдер енгізілді, сондай-ақ салыстырмалы талдау жүргізу үшін қазіргі уақытта әуе компаниясы қызметкерлері қолданатын стандартты формалық жейде де қамтылды. Таңдау

кезінде заманауи униформаларда кең қолданылатын, мақта негізіндегі және құрамына полиэстер немесе полиамид қосылған аралас маталарды пайдаланудың орындылығы ескерілді. Мұндай құрамдар табиғи талшықтың гигиеналық қасиеттерін синтетиканың эксплуатациялық артықшылықтарымен ұштастырып, жайлылық, беріктік және күтімнің қолайлылығы арасындағы оңтайлы теңгерімді қамтамасыз етеді. Негізгі күннен қорғайтын функция үшін киімнің УФ-қорғанысын бағалаудың халықаралық стандарттарына сәйкес келетін, UPF 50+ ең жоғары рейтингі бар материалдарға басымдық берілді. Тиісті технологиялық трендтердің қазіргі және болжамды бағытын, сондай-ақ зерттеу өңірінде үлгілерді сатып алудың қолжетімділігін ескере отырып, келесі модельдер бойынша салыстырмалы талдау (1-кесте) жүргізілді:

Кесте 1

Модель-аналогтардың салыстырмалы сипаттамалары

№	Атауы, тағайындалуы, өндіруші	Сипаттама	Сыртқы көрінісі
1	2	3	4
1	Күннен қорғайтын табиғаттағы демалысқа арналған ND Kiwi жейдесі (Craghoppers, Ұлыбритания)	Негізгі мата: 65% қайта өңделген полиэстер, 35% мақта, 115 г/м², UPF 50+. SolarShield технологиясы – қорғаныш қасиеті матаның құрылымына енгізілген және пайдалану барысында сақталады.	
2	Күннен қорғайтын саяхатқа арналған Travel Packaway жейдесі (Regatta Great Outdoors, Ұлыбритания)	Негізгі мата: 96% полиэстер, 4% эластан, 125 г/м², UPF 50+. Isoflex технологиясы – созылмалы, тез кебетін, су тебетін мата; қорғаныс материалдың микроқұрылымында УФ-сәулені бөгейтін компоненттерді қолдану арқылы қамтамасыз етіледі.	
3	Күннен қорғайтын, жоғары берікті тактикалық жейде (HardLand, АҚШ)	Негізгі мата: 78% полиэстер, 22% мақта, 130 г/м², UPF 40+. УФ-қорғаныш қасиеттері Ripstop құрылымының жоғары тығыздығы, базалық талшықтың (полиэстердің) қасиеттері және УФ-стабилизаторларды енгізу комбинациясы есебінен қамтамасыз етіледі.	
4	Күннен қорғайтын балық аулауға арналған жейде (MAGCOMSEN, Қытай)	Негізгі мата: 100% полиэстер, 90 г/м², UPF 50+. Перфорацияланған торлы Ripstop құрылымы ауаөткізгіштікті арттырып, ылғалды сыртқа шығаруды және тез кебуді қамтамасыз етеді; УФ-қорғаныс полиэстердің құрылымдық қасиеттері мен УФ-стабилизаторларды қолдану есебінен жүзеге асады.	
5	Күннен қорғайтын белсенді демалысқа арналған AFRICA жейдесі (Free Pilots Association, Ресей)	Негізгі мата: 100% полиамид, 105 г/м², UPF 30+. УФ-қорғаныстың ұзақмерзімділігі синтетикалық жіптерді өндіру кезінде УФ-абсорбциялайтын коспаларды (аддитивтерді) енгізу арқылы қамтамасыз етіледі.	

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4
6	Формалық жейде (Техноавиа, Ресей)	Негізгі мата: 65% полиэфир, 35% мақта, 105 г/м². Ультракүлгін сәулеленуден қорғаныш қасиеті жоқ. Арнайы функционалдық бөлшектері бар: иық сызығы бойынша жұмсақ погондарды бекітуге арналған қондырма паттар.	

Ескерту: Ультракүлгіннен қорғаныс көрсеткіштері (UPF 30+, 40+, 50+) өндіруші брендтердің ресми сайттарында және олардың сауда өкілдерінің парақшаларында орналастырылған ақпарат негізінде келтірілді.

Осы зерттеуде өндірушілер мәлімдеген UPF мәндерін жалпыға қабылданған стандарттарға (EN ISO 13758-1/-2; AATCC TM 183-2020) сәйкес зертханалық верификациялау жүргізілген жоқ, өйткені қарастырылған брендтердің басым бөлігі нарықта ұзақ жылдан бері жұмыс істейтін, беделі қалыптасқан және өнім туралы мәліметтерді ашық жариялайтын өндірушілер болып табылады. Модель-аналогтарды салыстырмалы талдау маталар құрамын және УФ-қорғаныс технологияларын таңдауда орнықты үрдістердің бар екенін көрсетті. Ең кең таралғаны – полиэстер мен мақта негізіндегі аралас материалдар; олардағы әртүрлі деңгейдегі құрылымдық және химиялық модификациялар мәлімделген UPF көрсеткіштерін қамтамасыз етеді. Бірқатар модельдерде ультракүлгін сәуледен қорғаныс патенттелген технологияларды енгізу немесе УФ-стабилизаторларды қолдану есебінен іске асырылады. Алынған деректер материалдардың эксплуатациялық және эстетикалық қасиеттерін әрі қарай зерттеуге негіз қалыптастырды.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Пилоттың формалық жейдесін жобалау кезінде айқындаушы параметрлер ретінде мыналар қарастырылады: түкшеленуге бейімділік (пиллинг) – сыртқы көріністің презентабельдігін және тозуға төзімділікті сақтау үшін; мыжылғыштық/пішінін қалпына келтіру – ауысым бойы ұқыпты көріністі қамтамасыз ету үшін; ауаөткізгіштік – жылу мен ылғал алмасудың жеткілікті деңгейін қамтамасыз ету үшін.

Осыған байланысты белсенді демалыс киімі (outdoor) сегментіндегі UPF қасиеті бар материалдардың пилоттың формалық жейдесінде қолдануға жарамдылығын дәлелдеу мақсатында аталған көрсеткіштер бойынша зертханалық бағалау жүргізілді. Сынақтардың әдістемелік сипаттамасы (2-кесте) түрінде берілді.

Кесте 2

Зерттеу әдістері, жабдыктары және параметрлері

№	Зерттеу түрі	Әдіс	Жабдық	Стандарттар	Көрсеткіш атауы
1	2	3	4	5	6
1	Тоқыма материалдардың мыжылуға төзімділігін анықтау	Зертханалық аспаптарды қолдана отырып, бақыланатын мыжу әдісі	СМТ (ЦНИХБИ жанындағы Мәскеу тәжірибелік зауыты, Ресей)	ISO 2313:1972 ГОСТ 19204-73	Мыжылмағыштық коэффициенті

2-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
2	Тоқыма материалдардың ауаөткізгіштігін анықтау	Тұрақты қысым айырмасы жағдайында мата арқылы өтетін ауа көлемін анықтау әдісі	MT 160 («Метротекс» ЖШҚ, Ресей)	ISO 9237:1995 ГОСТ 12088-77	Ауаөткізгіштіктің орташа көрсеткіші
3	Тоқыма материалдардың үйкелуге төзімділігі мен пиллингке бейімділігін анықтау	Мартиндейл әдісі	TF 210 (TESTEX, Қытай)	ISO 12945-2:2000 ГОСТ Р ИСО 12945-2-2012	Пиллингтің орташа көрсеткіші

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Сынақтар қорытындысы бойынша зерттелетін материалдардың эксплуатациялық және эстетикалық қасиеттерін сипаттайтын мәндер анықталды. Мыжылуға төзімділік, ауаөткізгіштік және пиллингке бейімділік бойынша жинақталған нәтижелер 3-кестеде берілген (қалың қаріппен – бұйымға қойылатын нормативтік талаптарға ең жоғары сәйкестік көрсеткен мәндер белгіленді).

Кесте 3

2-кестеде келтірілген әдістер бойынша зерттелетін материалдар үшін көрсеткіштерді өлшеу нәтижелері

№	Көрсеткіш атауы, өлшем бірлігі	Үлгінің атауы					
		ND Kiwi жейдесі, Craghoppers	Travel Packaway жейдесі, Regatta Great Outdoors	Тактикалық жейде, Hardland	Балық аулауға арналған жейде, Magcomsen	AFRICA жейдесі, Free Pilots Association	Формалық жейде, Техноавиа
1	Мыжылмағыштық коэффициенті, %	63,9	61,1	63,9	63,9	61,1	52,8
2	Ауаөткізгіштіктің орташа көрсеткіші, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	56,9	57	31,82	172,5	56,54	57
3	Пиллингке төзімділіктің орташа көрсеткіші, балл	5	4,3	5	5	5	4,3

Ескерту:

1. ISO 2313:1972 және ГОСТ 19204-73 стандарттарына сәйкес, мыжылмағыштық коэффициенті материалдың мыжылғаннан кейін пішінін қалпына келтіру қабілетін сипаттайды; оның мәні неғұрлым жоғары болса, бұйым эксплуатация барысында пішінін және сыртқы көрінісін соғұрлым жақсы сақтайды.

2. Алынған мәндер ($31,82-57 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) ГОСТ 11518-88 бойынша жейделік маталарға қойылатын нормадан ($\geq 150-300 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) төмен. Дайын

жейделер үшін ГОСТ 30327-2013 бойынша $\geq 60 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ мәні рұқсат етілетін деңгей болып есептеледі. Пилот жейдесіне арналған оңтайлы нормалар – осы жұмыста авторлық зерттеулер нәтижелері мен дереккөздерді талдау негізінде ұсынылған диапазонға сәйкес $80\text{-}120 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

3. Пиллингке төзімділіктің балдық бағасы ГОСТ Р ИСО 12945-2-2012 шкаласы бойынша берілді: 5 балл – пиллинг жоқ; 4 – өте әлсіз; 3 – орташа; 1-2 – айқын пиллинг.

Мыжылуға төзімділік, ауаөткізгіштік және пиллингке бейімділік бойынша кешенді көрсеткіштерді талдау зерттелген үлгілердің ешқайсысы азаматтық авиация пилотының формалық жейдесіне арналған осы жұмыста ұсынылған мақсатты ауаөткізгіштік диапазонына ($80\text{-}120 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) толық сәйкес келмейтінін көрсетті. Дегенмен, эксплуатациялық және эстетикалық сипаттамалардың жиынтығы бойынша талаптарға ең жоғары сәйкестікті ND Kiwi (Craghoppers) үлгісі көрсетті: ол мыжылмағыштық коэффициентінің жоғары мәнін (63,9%), пиллингтің болмауын (5 балл) және дайын жейделер үшін ең төменгі рұқсат етілетін деңгейге жақын ауаөткізгіштікті ($56,9 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) үйлестіреді.

Бұдан бөлек, бұл модель-аналог прототипті таңдаудың критерийлеріне материалдың аралас құрамы арқылы да жауап береді: құрамында мақта және қайта өңделген полиэстер бар, бұл тұрақты және экологиялық бағдарланған өндірістің қазіргі үрдістерімен сәйкес келеді. Маңызды артықшылық ретінде ультракүлгін сәуледен қорғаныстың ең жоғары деңгейі (UPF 50+) атап өтіледі: қорғаныш қасиеті талшық құрылымына енгізілген, сондықтан эксплуатация барысында күннен қорғайтын әсердің ұзақмерзімділігі мен тұрақтылығы қамтамасыз етіледі.

ND Kiwi (Craghoppers) моделін таңдау оның пилоттың формалық жейдесіне конструктивтік тұрғыдан жарамдылығымен де негізделеді: классикалық силуэт және жаға түрі, қимыл еркіндігін арттыратын арқадағы қатпар, кеуде қалталарының болуы. Аталған сипаттамалардың жиынтығы бұл бұйымды және оны дайындауда қолданылған материалды ультракүлгіннен қорғанысы интеграцияланған пилоттың формалық жейдесін жобалау үшін базалық бағдар ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Зерттеуде азаматтық авиация ұшқыштарының кәсіби қызметімен байланысты УФ-экспозиция бойынша дәлелді база жүйелендіріліп, оның әсерін төмендету шаралары қарастырылды; фотоқорғанысы интеграцияланған формалық киімді жобалауда функционалдық тоқыма материалдарын қолданудың мүмкіндігі бағаланды. Жұмыста төмендегі әдістер пайдаланылды:

- ұшу құрамына ультракүлгін сәулеленудің әсер ету салдарлары туралы медициналық және салалық дереккөздерді талдау;
- униформаның УФ-қорғанысына қатысты тікелей талаптарды анықтамаған нормативтік-регуляторлық шолу;
- белсенді демалыс киімі сегментіндегі референттік (benchmark) модель-аналогтар бойынша салыстырмалы талдау және прототип таңдау;
- UPF деңгейі мәлімделген материалдардың негізгі тұтынушылық көрсеткіштері бойынша қолданыстағы стандарттарға сәйкес зертханалық сынақтар.

Коммерциялық қолжетімді outdoor жейделерін салыстыру УФ-қорғанысты қамтамасыз ететін синтетикалық және аралас материалдардың

басым екенін көрсетті. Зертханалық сынақтар олардың мыжылуға жоғары төзімділігін және пиллингке төмен бейімділігін растады, алайда ауаөткізгіштіктің мақсатты диапазонына зерттелген материалдардың ешқайсысы жеткен жоқ. Пилоттың формалық жейдесіне бейімдеу үшін прототип ретінде конструктивтік және материалтанулық сипаттамалардың ең жақсы жиынтық теңгерімін, сондай-ақ жейде ассортиментінің классикалық шешімдеріне сәйкестігін көрсеткен үлгі іріктелді.

Қорытындылар:

1. Пилот униформасының негізгі жұмыс қабатына (жейдеге) күннен қорғайтын тоқыма материалдарын енгізу кумулятивтік фотожүктемені төмендетудің технологиялық әрі ұйымдастырушылық тұрғыдан жүзеге асатын жолы болып табылады.

2. Белсенді демалыс, туризм және спорт киімі сегменті визуалды сәйкестендіру және қызметтік киімнің тозуға төзімділігі талаптарымен үйлесетін материалдар мен конструктивтік тораптарды дұрыс бейімдеуге арналған сыналған база береді.

3. Нақты UPF-материалдарды сериялық қолдану жөнінде инженерлік негізделген шешім қабылдау үшін басым тұтынушылық көрсеткіштердің (ауаөткізгіштік, мыжылмағыштық, пиллингке бейімділік) мақсатты диапазондарға сәйкестігін міндетті түрде растау қажет, өйткені олар эксплуатациялық жайлылыққа және ауысым бойы кәсіби келбетті сақтауға тікелей әсер етеді.

Алынған нәтижелер негізінде УФ-сәуледен қорғанысы интеграцияланған формалық жейделердің тәжірибелік партиясын дайындап, оны ұшу бөлімшелерінде эксплуатациялық валидациядан өткізу (жайлылық, термореттеу, сыртқы көріністің сақталуы) орынды. Мақсатқа жарамдылығы расталған жағдайда, ең төменгі талаптарды корпоративтік стандарттарда бекіту ұсынылады. Кейінгі жұмыс маусымдық сценарийлер үшін материалдар номенклатурасын кеңейтуді және жұмыс орнының эргономикасы мен эксплуатация ерекшеліктерін ескере отырып, конструктивтік шешімдерді нақтылауды қамтуы мүмкін.

Осылайша, зерттеу пилоттың формалық жейдесіне күннен қорғайтын функцияны интеграциялаудың орындылығы мен жүзеге асырылатыны жөніндегі бастапқы гипотезаны растайды, материалдарға қойылатын талаптарды нақтылайды және енгізудің практикалық маршрутын қалыптастырады – тәжірибелік партия мен эксплуатациялық бағалаудан бастап, салалық деңгейдегі стандарттарда нормативтік спецификациялауға дейін.

Әдебиеттер тізімі

1. World Health Organization; World Meteorological Organization; United Nations Environment Programme; International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Global Solar UV Index: A Practical Guide. – Geneva: WHO, 2002. – 28 p.
2. Sanlorenzo M., Vujic I., Posch C., Cleaver J. E., Quaglino P., Ortiz-Urda S. The Risk of Melanoma in Pilots and Cabin Crew: UV Measurements in Flying Airplanes // JAMA Dermatology. – 2015. – Vol. 151. – No. 4. – P. 450-452.
3. Manganelli M., Desiderio C., Toniolo C., Rosato S., Vismara M. F. M., Cannavò S. P., Ventura A., Guerra L., Facchiano A. Skin Photodamage and Melanomagenesis // Cancers. – 2025. – Vol. 17. – No. 11. – P. 1784.
4. World Health Organization. Radiation: protecting against skin cancer. — 16.07.2024. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.who.int/news->

- room/questions-and-answers/item/radiation-protecting-against-skin-cancer. Date of access: 13.07.2025.
5. International Civil Aviation Organization. Safety Management Manual (SMM). Doc 9859. – 4th ed. – Montreal: ICAO, 2018. – 182 p.
 6. International Civil Aviation Organization. Annex 6 to the Convention on International Civil Aviation. Part I: International Commercial Air Transport – Aeroplanes. – 11th ed., July 2018. – Montreal: ICAO, 2018. – 292 p.
 7. Miura K., Olsen C. M., Rea S., Marsden J., Green A. C. Do airline pilots and cabin crew have raised risks of melanoma and other skin cancers? A systematic review and meta-analysis // The British Journal of Dermatology. – 2018. – Vol. 181. – No. 1. – P. 55-63.
 8. Sanlorenzo M., Wehner M. R., Linos E. и др. The risk of melanoma in airline pilots and cabin crew: a meta-analysis // JAMA Dermatology. – 2015. – Vol. 151. – No. 1. – P. 51-58.
 9. Industrial Injuries Advisory Council (IIAC). Cutaneous Malignant Melanoma and Occupational Exposure to (Natural) UV Radiation in Pilots and Aircrew. – London: IIAC, 12 May 2020. – 50 p.
 10. IFALPA. Ocular Hazards of Ultraviolet (UV) and Blue Light Exposure (Briefing Leaflet 24HUPBL01). – Montréal: International Federation of Air Line Pilots' Associations, 06.05.2024. – 5 p.
 11. International Air Transport Association (IATA). Global air passenger demand surpassed pre-pandemic levels in 2024 // Press Release. – 30.01.2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.iata.org/en/pressroom/2025-releases/2025-01-30-01/>. Date of access: 02.08.2025.
 12. Market Research Future. Fabrics for Sun Protection Market Research Report – Global Forecast till 2034. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/fabrics-for-sun-protection-market-25810>. Date of access: 06.08.2025.
 13. Market Research Future. UPF Sun Protective Clothing Market Research Report — Global Forecast till 2034. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/upf-sun-protective-clothing-market-30314>. Date of access: 06.08.2025.

Материал редакции 21.10.25 түсті, 19.12.25 қабылданды.

Н.Н. Азиз-Кариева¹, Р.О. Жилисбаева¹

¹*Алматынський технологічний університет, Алматы, Казахстан*

ИНТЕГРАЦИЯ СОЛНЦЕЗАЩИТНОГО ТЕКСТИЛЯ В ФОРМЕННУЮ ОДЕЖДУ ПИЛОТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Аннотация. Действующие нормативные документы не содержат прямых требований к солнцезащитным свойствам форменной одежды пилотов, несмотря на подтвержденное профессиональное воздействие ультрафиолетового излучения. Цель работы – обоснование и оценка интеграции текстиля с заявленным уровнем защиты от ультрафиолета (UPF) в форменную рубашку пилота как базовый рабочий слой. Применен комбинированный подход: целевой анализ профильной литературы и регуляторных актов с идентификацией пробелов; сравнительная оценка референтных сорочек для активного отдыха с целью заимствования и адаптации практик в области функциональных материалов; лабораторные испытания UPF-тканей по ключевым эксплуатационно-гигиеническим показателям (воздухопроницаемость, устойчивость к смятию и пиллингу). В результате комплексной оценки определен прототип для проектирования форменной рубашки

пилота с солнцезащитными свойствами. Научная новизна состоит в воспроизводимом алгоритме технологического трансфера из зрелого потребительского сектора в авиационную форму. Практическая значимость – снижение фотобиологической нагрузки у пилотов, готовность к выпуску опытной партии для эксплуатационной проверки эффекта.

Ключевые слова: солнцезащитный текстиль, униформа пилота, гражданская авиация, профессиональная УФ-экспозиция, уровень УФ-защиты (UPF), функциональные текстильные материалы, одежда для активного отдыха (outdoor).

N.N. Aziz-Kariev¹, R.O. Zhilisbaeva²

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

INTEGRATION OF SUN-PROTECTIVE TEXTILES INTO CIVIL AVIATION PILOTS' UNIFORMS

Abstract. Current regulatory documents do not specify explicit requirements for the sun-protective performance of pilots' uniforms, despite confirmed occupational ultraviolet exposure. The aim of this work is to substantiate and evaluate the integration of UPF-rated textiles into a pilot uniform shirt as the primary uniform layer. A combined approach was used: a targeted review of domain literature and regulatory acts with gap identification; a comparative assessment of reference outdoor shirts to borrow and adapt practices from functional textiles; and laboratory testing of UPF fabrics for key performance and hygiene indicators (air permeability, wrinkle/crease resistance, and pilling resistance). The comprehensive assessment resulted in the selection of a prototype for designing a pilot uniform shirt with sun-protective properties. The scientific novelty lies in a reproducible algorithm for technology transfer from a mature consumer segment to aviation uniform apparel. The practical significance is the potential to reduce pilots' photobiological load and the readiness to produce a pilot batch for operational evaluation of the effect.

Keywords: sun-protective textiles, pilot uniform, civil aviation, occupational UV exposure, Ultraviolet Protection Factor (UPF), functional textile materials, outdoor apparel.