

DOI 10.53364/24138614\_2023\_30\_3\_12  
ӘОЖ 656.7

## ӘУЕ КЕМЕЛЕРІ ЭКИПАЖЫ МЕН ЖОЛАУШЫЛАРДЫҢ ТІРШІЛІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІН ЖАҢҒЫРТУ

<sup>1</sup>Рысбекова А.А.\*, «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы

<sup>1</sup>Керибаева Т.Б., «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының аға оқытушысы

<sup>1</sup>Әбдіматова Т.Д., «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы

<sup>1</sup>Сейфула Г.Н., «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы

<sup>1</sup>Тойлыбай Ө., «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы  
<sup>1</sup>«Азаматтық авиация академиясы» АҚ, Алматы қ., ҚР.

\*E-mail: [Ainara\\_18.90@mail.ru](mailto:Ainara_18.90@mail.ru)

**Аңдатпа.** Әуе кемелерінің экипажы мен жолаушыларының тіршілігін қамтамасыз ету жүйелерін жаңғырту авиациялық қауіпсіздіктің маңызды аспектілерінің бірі болып табылады. Міне, қазіргі заманғы ұшақтардың тіршілігін жақсартқан технологияның кейбір жетістіктері: оттегі жүйелері, кабинаның қысымын бақылау, шұғыл эвакуация жүйелері, жетілдірілген сүзу жүйелері. Жалпы, әуе кемелерінің экипажы мен жолаушыларының тіршілігін қамтамасыз ету жүйелерін жаңғырту әуе сапарларының қауіпсіздігі мен жайлылығын едәуір арттырды. Осы озық жүйелердің арқасында жолаушылар мен экипаж ұшу кезінде өздерін қауіпсіз және сенімді сезінуі мүмкін.

Жерде де, ғарыштық жағдайда да қолданылатын бұл жұмыста қарастырылған технологияларға келетін болсақ, ғарышқа ұшуға арналған тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін авиацияға біріктіру ғылыми маңыздылыққа да, практикалық маңыздылыққа да ие болуы мүмкін.

Ғылыми тұрғыдан алғанда, ғарыш саласынан авиацияға тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін біріктіру тиімдірек және тұрақты тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері биіктікте ұшу кезінде әртүрлі факторлардың адамға әсері туралы жаңа деректерді бере алады. Практикалық тұрғыдан алғанда, ғарыш саласынан авиацияға тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін біріктіру, әсіресе ұзақ қашықтыққа ұшу жағдайында ұшу қауіпсіздігі мен жайлылығын айтарлықтай жақсартып алады.

**Түйін сөздер:** ғарыш, ұшу қауіпсіздігі, ресурс, авиация, Ұлттық аэронавтика және ғарыш басқармасы, Халықаралық ғарыш станциясы.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКИПАЖА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ И ПАССАЖИРОВ

<sup>1</sup>Рысбекова А. А.\*, преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии»

<sup>1</sup>Керибаева Т. Б., старший преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии»

<sup>1</sup>Абдиматова Т. Д., преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии»

<sup>1</sup>Сейфула Г. Н., преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии»

<sup>1</sup>Тойлыбай О., преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии»

АО "Академия гражданской авиации", г. Алматы, РК.

\*E-mail: [Ainara\\_18.90@mail.ru](mailto:Ainara_18.90@mail.ru)

**Аннотация.** Модернизация систем жизнеобеспечения экипажей и пассажиров воздушных судов является одним из важнейших аспектов авиационной безопасности. Вот некоторые из достижений в области технологий, которые улучшили выживаемость

современных самолетов: кислородные системы, Контроль давления в кабине, системы экстренной эвакуации, усовершенствованные системы фильтрации. В целом модернизация систем жизнеобеспечения экипажей и пассажиров воздушных судов значительно повысила безопасность и комфорт авиаперелетов. Благодаря этим передовым системам пассажиры и экипаж могут чувствовать себя в безопасности и уверенно во время полета.

Что касается технологий, рассмотренных в этой работе, используемых как на земле, так и в космических условиях, интеграция системы жизнеобеспечения для космических полетов в авиацию может иметь как научное, так и практическое значение.

С научной точки зрения интеграция систем жизнеобеспечения из космической отрасли в авиацию более эффективна, а устойчивые системы жизнеобеспечения могут предоставить новые данные о влиянии различных факторов на человека во время высотных полетов. С практической точки зрения интеграция систем жизнеобеспечения из космической отрасли в авиацию может значительно повысить безопасность и комфорт полетов, особенно в условиях дальних полетов.

**Ключевые слова:** космос, безопасность полетов, ресурсы, авиация, Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства, Международная космическая станция.

## MODERNIZATION OF THE LIFE SUPPORT SYSTEM OF THE AIRCRAFT CREW AND PASSENGERS

<sup>1</sup>Rysbekova A.A\*, lecturer of the Department of «Aviation Engineering and Technology»

<sup>1</sup>Keribayeva T.B., senior Lecturer of the Department of «Aviation Engineering and Technology»

<sup>1</sup>Abdimatova T. D., lecturer of the Department of «Aviation Engineering and Technology»

<sup>1</sup>Seyfula G. N., Lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology"

<sup>1</sup>Toilybai O., lecturer of the Department of «Aviation Engineering and Technology»

<sup>1</sup>JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan

\*E-mail: [Ainara\\_18.90@mail.ru](mailto:Ainara_18.90@mail.ru)

**Abstract.** Modernization of life support systems for the crew and passengers of aircraft is one of the most important aspects of aviation security. Here are some of the advances in technology that have improved the survival of modern aircraft: oxygen systems, Cabin Pressure Control, Emergency Evacuation Systems, advanced filtration systems. In general, the modernization of life support systems for the crew and passengers of aircraft has significantly increased the safety and comfort of air travel. Thanks to these advanced systems, passengers and crew can feel safe and confident during the flight.

As for the technologies considered in this work, which are used both on Earth and in space conditions, the integration of life support systems for space flight into aviation can have both scientific significance and practical significance.

From a scientific point of view, it is more efficient to integrate life support systems from the space industry into aviation, and more stable life support systems can provide new data on the impact of various factors on a person during high-altitude flights. From a practical point of view, integrating life support systems from the space industry to aviation can significantly improve flight safety and comfort, especially in conditions of long-distance flight.

**Keywords:** space, flight safety, resources, aviation, National Aeronautics and Space Administration, International Space Station.

**Кіріспе бөлім.** Ғарышқа ұшуға арналған тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері оттегі мен қоректік заттардың сенімді жеткізілуін, сондай-ақ ауа мен суды тиімді тазартуды қамтамасыз

ете алады. Бұл салондағы ауа сапасын жақсартады, шаршау деңгейін төмендетеді және жолаушылар мен экипаж мүшелерінің жұмысын жақсартады [1].

Осылайша, ғарыш саласынан авиацияға тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін біріктіру авиациялық және ғарыштық технологияның одан әрі дамуына ықпал ете отырып, ғылыми және практикалық тұрғыдан айтарлықтай пайда әкелуі мүмкін. Сонымен қатар, өмірді қолдау жүйесін ғарыш саласынан авиацияға біріктіру экономикалық пайда әкелуі мүмкін. Ғарышқа ұшуға арналған тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерінің көпшілігі автономия мен тиімділіктің жоғары деңгейіне ие, бұл әуе кемелеріне техникалық қызмет көрсету мен пайдалану шығындарын төмендетуі мүмкін [2]. Бұл сонымен қатар ресурстарды тиімдірек пайдалану және зиянды заттардың шығарындыларын азайту арқылы авиацияның қоршаған ортаға әсерінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Ғарыш саласынан авиацияға тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін біріктіру халықаралық ғарыш бағдарламасын дамыту үшін маңызды болуы мүмкін. Ғарыш және авиация салалары арасындағы ынтымақтастық білім мен технологиямен алмасуға, сондай-ақ ғарыштық ұшудың тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға ықпал етуі мүмкін.

Тұтастай алғанда, өмірді қолдау жүйесін ғарыш саласынан авиацияға біріктіру көптеген практикалық және ғылыми артықшылықтарға әкелуі мүмкін. Алайда, мұндай интеграцияның кең ауқымда енгізілмес бұрын оның қауіпсіздігі мен тиімділігіне көз жеткізу үшін қосымша зерттеулер мен сынақтар жүргізу қажет екені анық [3].

Ғарыш саласынан авиацияға өмірді қолдау жүйесін сәтті біріктіру үшін шешілуі керек бірнеше заманауи мәселелер бар. Бірінші мәселе-ғарышқа ұшуға арналған тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері авиацияда пайдалану үшін тым күрделі және қымбат болуы мүмкін. Бұл әуе билеттерінің құнын және әуе кемелеріне қызмет көрсету шығындарын арттыруы мүмкін. Сондықтан экономикалық факторларды ескере отырып, авиацияда пайдалану үшін тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерін зерттеу және оңтайландыру қажет [4].

Екінші мәселе тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін бұрыннан бар әуе кемелеріне біріктірудің техникалық күрделілігіне байланысты. Кейбір авиакомпаниялар өмірді қолдаудың жаңа жүйелерін орнату үшін ұшақтарын жаңартуда қиындықтарға тап болуы мүмкін. Сондай-ақ, әртүрлі елдер мен аймақтарда әртүрлі болуы мүмкін әртүрлі реттеуші стандарттар мен талаптарды ескеру қажет.

Үшінші мәселе-өмірді қолдау жүйесін ғарыш саласынан авиацияға біріктіру техникалық ақаулар мен істен шығу қаупін арттыруы мүмкін, бұл ұшу қауіпсіздігіне қауіп төндіруі мүмкін. Мұндай жүйелердің қауіпсіздігі мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін қатаң тестілеу және сертификаттау рәсімдерін әзірлеу қажет.

Сонымен, маңызды аспект-экологиялық тұрақтылық мәселесі. Ғарыш саласынан авиацияға тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін біріктіру қоршаған ортаға әсердің төмендеуіне әкелуі мүмкін, бірақ сонымен бірге қосымша ресурстар мен энергияны қажет етуі мүмкін. Авиацияға тіршілікті қамтамасыз етудің жаңа жүйелерін әзірлеу және енгізу кезінде экологиялық тұрақтылықтың барлық аспектілерін ескеру қажет. Тұтастай алғанда, тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін ғарыш саласынан авиацияға сәтті интеграциялау бірқатар техникалық, экономикалық, реттеуші және экологиялық мәселелерді шешуді талап етеді. Жұмыс барысында осы міндеттерді шешуге бағытталған құрылымдардың қызметіндегі сәйкессіздіктерге байланысты қиындықтар да қозғалады.

NASA сонымен қатар ғарыш саласынан авиацияға өмірді қолдау жүйелерін біріктіруге қатысты мәселелерді шешу үшін жұмыс істейді. Мысалы, Олар авиацияда қолдануға болатын жаңа технологияларды әзірлейді және сынайды. Осындай жобалардың бірі-NASA қаржыландыратын "өмірді қолдаудың озық технологиялары" (Advanced Life Support Technologies) жобасы [5]. Бұл жоба ғарышқа ұшуда да, авиацияда да қолдануға болатын тіршілікті қамтамасыз етудің жаңа жүйелерін әзірлеуде. Олар ауа мен суды тазарту жүйелері, қалдықтарды қалпына келтіру және азық-түлікті қайта өңдеу жүйелері сияқты

технологияларды, сондай-ақ тиімдірек және экологиялық тұрақты тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерін құру үшін пайдаланылуы мүмкін басқа технологияларды зерттейді.

Жаңа технологияларды қолданыстағы әуе кемелеріне біріктіру үшін басқа ұйымдармен, соның ішінде авиакомпаниялармен және ұшақ өндірушілерімен тығыз жұмыс істейді. Олар сондай-ақ өмірді қолдаудың жаңа жүйелерінің қауіпсіздік талаптарына және реттеуші стандарттарға сәйкестігін қамтамасыз ету үшін реттеушілермен ынтымақтасады.

Ғарыш саласынан авиацияға тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерін біріктіруге қатысты мәселелерді шешу бойынша белсенді зерттеулер жүргізеді және авиацияда пайдалануға болатын тиімдірек, сенімді және экологиялық тұрақты тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерін құру үшін зерттеулер жүргізеді.

Өмірді қолдаудың жаңа технологияларын қолдану арқылы тиімдірек және тұрақты болуы мүмкін авиациялық жүйелердің жаңа тұжырымдамаларын ашады, дамытады және қолдайды. Мысал ретінде айта кетсек, олар дәстүрлі отын жүйелерінің орнына электр қозғалтқыштары мен батареяларды қолданатын "электрлік ұшақтар" тұжырымдамасын зерттейді [6]. Бұл атмосфераға зиянды заттардың шығарылуын азайтуға және мұнай өнімдеріне тәуелділікті азайтуға көмектеседі.

Сонымен қатар, NASA өмірді қолдау жүйелерін жақсарту үшін авиацияда қолдануға болатын жаңа материалдар мен технологияларды әзірлеуде. Мысалы, олар жеңіл және берік ауа мен суды тазарту жүйелерін құру үшін, сондай-ақ қалдықтарды өңдеу мен тағамды қайта өңдеудің тиімді жүйелерін құру үшін жаңа материалдар әзірлеуде.

Соңында, NASA сонымен қатар өмірді қамтамасыз ету жүйелерімен жұмыс істейтін қызметкерлер үшін оқыту бағдарламалары мен тренингтер өткізеді. Олар адамдарға өмірді қолдау технологияларын үйретеді және ұшу қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз ету үшін осы жүйелерді қалай дұрыс пайдалану керектігін көрсетеді.

Мұның бәрі авиацияда тиімдірек, тұрақты және экологиялық таза тіршілікті қамтамасыз ету жүйелеріне әкелуі мүмкін, бұл бүкіл сала мен қоршаған ортаға пайдалы болады [7].

Алайда, NASA өзінің көптеген бөлімшелерімен қатар, ғарыш саласынан авиацияға өмірді қолдау жүйелерін біріктіру мәселесін шешу үшін жұмыс істейтін көптеген басқа компаниялармен ынтымақтасады. Олардың кейбіреулерін атап өтсек:

1. Boeing-әлемдегі ең ірі ұшақ өндірушісі, Boeing өз ұшақтары үшін тиімдірек және тұрақты тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерін жасау үшін жұмыс істейді. Мысалы, компания ұшақ кабинасындағы ауаны тазарту үшін фотокатализ технологиясын қолдану мүмкіндігін зерттеп жатыр.

2. Airbus-Еуропаның ең ірі ұшақ өндірушісі, Airbus сонымен қатар өз ұшақтары үшін тиімдірек және тұрақты тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерін жасауда белсенді жұмыс істейді. Компания сонымен қатар авиация үшін биоотын мен баламалы энергия көздерін пайдалану бойынша зерттеулер жүргізеді.

3. Lockheed Martin-қорғаныс және ғарыш саласындағы ең ірі американдық компания, Lockheed Martin сонымен қатар авиация үшін өмірді қолдаудың жаңа жүйелерін құру үшін жұмыс істейді. Компания ауа мен суды тазартудың жаңа жүйелерін, сондай-ақ қайта өңдеу мен тағамды қайта өңдеудің жаңа жүйелерін әзірлеуде.

4. Honeywell-авиациялық және өнеркәсіптік технологиялардың әлемдік көшбасшысы, Honeywell ауаны тазарту жүйелерін, қайта өңдеу жүйелерін және су сапасын бақылау жүйелерін қоса алғанда, авиацияға арналған тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерінің кең ауқымын әзірлейді және шығарады.

5. UTC Aerospace Systems - авиация өнеркәсібіне арналған жүйелер мен компоненттердің ең ірі жеткізушісі, UTC Aerospace Systems сонымен қатар авиация үшін өмірді қолдаудың жаңа жүйелерін құру үшін жұмыс істейді. Компания ауа мен суды тазартудың жаңа жүйелерін, сондай-ақ қайта өңдеудің жаңа жүйелерін әзірлеуде [8].

## **1 Тіршілікті қамтамасыз етудің жетілдірілген жүйелері**

### **1.1 Тіршілікті қамтамасыз ету жүйесі орындайтын міндеттер**

Осы жұмыста қаралған тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері мынадай функцияларды қамтамасыз етеді:

- температура мен ылғалдылықты бақылау;
- атмосфераны бақылау, оны жабдықтау және қалпына келтіру;
- суды қалпына келтіру және басқару және қалдықтарды кәдеге жарату;
- және азық-түлікті басқару.

Сондай-ақ NASA-ның өмірді қамтамасыз етудің озық жүйелері (ПСЖ) саласындағы жұмыстары ғарышта және разрядталған атмосферада адамдардың өмірін қамтамасыз ету үшін қажетті физикалық/химиялық (Ф/Х) және биорегенеративті процестермен байланысты ғылыми зерттеулер мен технологияларды әзірлеуге бағытталғаны туралы даайта кетсек болады.

Ф/Х процестерінде дәстүрлі техникалық әдістер қолданылады, мысалы қалай:

- сүзу;
- дистилляция;
- тотығу;
- регенеративті процестерді тірі организмдер жүзеге асырады.

Тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері жүйе арқылы немесе оның ішіндегі материалдық ресурстар ағынына байланысты "ашық" немесе "жабық" деп сипатталады. Ашық тізбекті тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері су, оттегі және азық-түлік сияқты барлық қажетті ресурстарды қоймадан немесе қайта толтырудан қамтамасыз етеді және қалдықтарды кәдеге жарату үшін немесе жер бетіне оралғанға дейін сақтайды. Ашық тізбекті жүйеде қажетті ресурстар ұшу ұзақтығы мен экипаж санының артуына пропорционалды түрде артады. Тұйық тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері бастапқы ресурстармен қамтамасыз етуді қажет етеді, бірақ содан кейін көмірқышқыл газы, қалдықтар және ағынды сулар сияқты қалдықтарды қайта пайдалану үшін оттегі немесе су сияқты пайдалы ресурстарды алу үшін қайта өңдейді, осылайша қайта толтыруға тәуелділікті азайтады. Ашық және жабық тізбекті жүйелер де сырттан энергияны қажет етеді. Технологияның соңғы комбинациясы қайта өңдеу арқылы қажетті ресурстардың жалпы көлемінің пайызы ретінде анықталатын оңтайлы тығыздық дәрежесін анықтау үшін жүйелікромға келу нәтижелері негізінде таңдалады. (Жабудың нөлдік пайызы қайта өңдеу ешқандай ресурстарды қамтамасыз етпейтінін көрсетеді, ал 100 пайыз жабу барлық ресурстардың қайта өңдеумен қамтамасыз етілгенін білдіреді [4].

Қайта өңдеу құны 100 пайыз жабылуға жақындаған сайын күрт өседі. 1-кестеде бір экипаж мүшесіне зат алмасу және гигиеналық шаралар үшін қажетті ресурстардың саны көрсетілген. Егер біз су қорын азайту әлеуетін бағаласақ (гигиеналық және ауыз су), оттегі және тамақ өнімдері әр ресурстың массасының мөлшеріне сүйене отырып, суды қалпына келтіру жалпы көлемнің көп бөлігін құрайтын үнемдеуге үлкен мүмкіндік береді. Сонымен қатар, әдетте, қайта өңдеу технологиялары өңдеу талаптары күрделене түскен сайын "қымбатқа" айналады:

- суды қалпына келтіру қоспаларды кетіруді қажет етеді;
- көмірқышқыл газынан оттегінің азаюы негізгі тотығу процесін қажет етеді;
- тамақтану циклін жабу үшін фотосинтез қажет.

Белгілі бір ресурсты қалпына келтірудің жалпы пайдасын анықтау үшін қайта толтыруды азайту және қалпына келтіру жүйесі ұсынған массаға, қуатқа, көлемге және жылу жүктемесіне қосымша талаптар арқылы массаны үнемдеу арасындағы романы бағалау қажет.

Меркурий жобасынан бастап ғарыш кемесіне дейін ресурстарды қамтамасыз ету және қалдықтарды басқару үшін шығын материалдары мен борттық қоймаларды пайдалана отырып, тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері ашық болды. Атмосфераны қалпына келтіру үшін

шығын материалдарын пайдаланудан ерекшеліктер Skylab-та қолданылатын  $\text{CO}_2$  концентрациясын анықтауға арналған молекулалық Елек және ғарыш кемесінің кейбір ұзақ мерзімді ұшуларында  $\text{CO}_2$  құрамын бақылау үшін қатты аминдерді жақында енгізу болды. Бұл екі технологияны қалпына келтіруге болады, концентрацияланған көмірқышқыл газы сыртқы кеңістікке шығарылады немесе оттегін алу үшін одан әрі өңдеу үшін сақталады [5]. Жанармай жасушалары бар ғарыш аппараттарында (Gemini, Apollo командалық модулі және ғарыш кемесі) энергия алу үшін  $\text{H}_2$  және  $\text{O}_2$  реакцияларынан алынған судан ауыз су берілді. Меркурийде, Джеминиде, Аполлонда және Скайлабта ашық контурлы тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері тек бір рет пайдалануға арналған. Алайда, Space Shuttle өмірді қолдау жүйелері бірнеше миссияда қолданылды, ұшулар арасында жер үсті қызметі мен жөндеу жұмыстары жүргізілді.

1-кесте-Ұшу жағдайындағы қалыпты жұмыс үшін метаболикалық көрсеткіштер

Параметр	Ресурстарға қажеттілік параметрі
Метаболикалық тұтыну оттегі	0,636-1 кг/тәулігіне
Азық-түлік өнімдері (кептірілген тағам негізінде)	0,5-0,863 кг/ тәулігіне
Ауыз су	2,27-3,63 кг/ тәулігіне
Гигиеналық су	1,36-9 кг/ тәулігіне

Тіршілікті қамтамасыз ету жүйесін басқару қолмен немесе ішкі жүйелерге тән әдеттегі басқару элементтері арқылы жүзеге асырылды, ішкі жүйелер арасында іс жүзінде интерактивті басқару жоқ. Масса, қуат және сенімділік дизайн кезінде маңызды факторлар болды, бірақ ұшу ұзақтығы салыстырмалы түрде қысқа болғандықтан, оңтайлы дизайн қарапайым шығын материалдарына негізделген жүйе болды. Ұшу кезінде техникалық қызмет көрсету дизайнға айтарлықтай талап болған жоқ.

Тұрақты экипажы бар орбиталық ғарыш станциясының пайда болуымен дизайн ерекшеліктері айтарлықтай өзгерді. ХҒС кем дегенде 10 жыл үздіксіз жұмыс істеуді, орбитада техникалық қызмет көрсетуді және жөндеуді және жүйенің ұзақ уақыт жұмыс істемеуін талап етеді.

ХҒС үшін логистикалық жүктемеге байланысты қарапайым ашық тізбекті жүйелердің пайдалану шығындары өте жоғары болар еді. Сондықтан кейбір ішкі жүйелер үшін тұйық контурлы конструкциялар мұқият қарастырылды. Ағымдағы ХҒС жобасының негізгі жүйесі Душ суын, конденсатты, жеке күтім суын және қалдықтарды ауыз суға қайта өңдеуді қамтиды.  $\text{CO}_2$  төрт қабатты молекулалық електен шоғырланған және сыртқа шығарылады.

ХҒС құрастыру аяқталғаннан кейін оттегі судың электролизі арқылы жеткізіледі, ал азот толықтыру рейстері кезінде толықтырылатын борттық қоймалардан алынады. Сондай-ақ, суды қайта өңдеу технологиясының 100 пайыздан аз тиімділігіне байланысты оттегімен қамтамасыз ету және шығындарды өтеу үшін ХҒС-тағы суды мезгіл-мезгіл толтыру қажет болады. Азық-түлік бортта сақталады және толықтырылады.

Осылайша, ХҒС - тың қазіргі дизайны алдыңғы ғарыш аппараттарына қарағанда тұйық жүйе болғанымен, әлі де негізінен ашық тізбекті жүйе болып табылады (суды өңдеуді қоспағанда) және шығын материалдарын айтарлықтай толықтыруды қажет етеді.

Осы технологияны одан әрі дамыту жолында. ХҒС-тан тыс миссиялар үшін, соның ішінде Ай мен Марс базалары мен Марс транзиттік көліктерін құру, жүйенің жабылуының жоғарылауы, автоматты басқару және сенімділіктің жоғарылауы барлық айырмашылықты жасайды және дизайнды анықтайды. Жүйені таңдау кезінде ескеру қажет факторларға бастапқы масса, қуат, жылуды бұру, толықтыру массасы, қауіпсіздік, сенімділік, жөндеуге жарамдылық және өмірлік цикл шығындары жатады.

Айта кету керек, толықтыру массасының төмендеуі көлік шығындарының төмендеуін білдірмейді. Бұл үнемдеу мен қосымша ресурстарды қалпына келтіру және электрмен жабдықтау жүйелері үшін қажет масса арасында компаға келу бар [5].

Тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері үшін техникалық міндет-болашақ миссияларды әзірлеушілерге тиісті дәлелденген технологиялар мен жабдықтардың конструкцияларын, сондай-ақ кеңейтілген қолдау деректерін ұсыну өнімділік. Жоғары сенімді тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері болашақ миссиялардың шектеулерін жеңе алатындығына сенімді болу үшін озық технологиялар қажет болады.

### **Бағдарламаның мақсаттары мен зерттеу нәтижелері**

Қазіргі уақытта өмірді қолдаудың озық технологияларын әзірлеудің бағдарламалық жоспары жоқ. Маңызды кезеңдерді белгілеу үшін бағдарламаның мақсаттары ұзақ мерзімді ғарыштық ұшулар үшін қажетті тіршілікті қамтамасыз етудің озық технологияларын әзірлеудің жалпы жоспарымен келісілуі керек.

HEDS мақсатына жету үшін агенттік мақұлдаған болашақ миссиялар жоспары жоқ - "айда, Марс жүйесінде және ішкі Күн жүйесінің басқа жерлерінде адамның қатысуын орнату". Белгілі бір миссия үшін технологияны дамыту қажеттіліктерін қанағаттандыру өте сенімді бағдарламаны қажет етеді. Бірақ, егер миссияның мақсаттары өзгерсе, бағдарламаның өзектілігіне қауіп төнуі мүмкін. Тіршілікті қамтамасыз етудің негізгі талаптары белгілі және іргелі зерттеулер мен әзірлемелерді қажет ететін салаларда жүйелік талдау арқылы көптеген тапсырмалар үшін анықталуы мүмкін. NASA-ның адамның ғарышты игеру мақсаттары миссиялардың бірнеше түрін озық ғылыми-зерттеу жұмыстарымен қамтамасыз етуді талап етеді. Экипаждың әртүрлі өлшемдері мен міндеттері бар көліктер, герметикалық жұмыс орындары, планеталық мекендеу орындары (қысқа мерзімді немесе тұрақты) және қысыммен жүретін роверлер үшін тіршілікті қамтамасыз ету қажет болады [4].

NASA-ның қазіргі тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері бағдарламасындағы басты назар біріктірілген жердегі сынақ стендтеріне аударылады, бұл NASA штаб-пәтерінің жол картасының төрт негізгі элементінің бірі ғана. Компоненттер мен ішкі жүйелер деңгейінде жаңа технологияларды дамыту тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері бағдарламасының салыстырмалы түрде аз бөлігі болып табылады. 1996 жылдан 1998 жылға дейінгі тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері бағдарламасының негізгі бағыты кешенді тестілеу болды және адамдарға арналған интеграцияланған сынақ стендтерін қолданатын бағдарламалар NASA-ның жетілдірілген тіршілікті қамтамасыз ету жүйелеріне бөлінген ресурстарының едәуір бөлігін тұтынады. 96 қаржы жылына арналған бюджетке сәйкес, OLMISA жұмсайтын шамамен 10 миллион доллардың жартысына жуығы адам сынақтарын өткізуге арналған.

Сынақтар ішкі жүйелердің қолданыстағы тұжырымдамаларын жетілу деңгейіне дейін жеткізуге арналған, бұл олардың болашақ ұшу бағдарламаларының жоспарларына қосылу қаупін азайтады. Бұл АҚШ-тағы 20 жылдан астам уақыттағы алғашқы сынақ. Комитет жердегі сынақ стендтерін маңызды және құнды деп санайды, бірақ сынақтар мен озық технологияларды әзірлеу арасындағы салыстырмалы тепе-теңдікке аландайды. Заманауи технологияларды қолдана отырып, болашақ планетааралық миссияларды жүзеге асыру мүмкін болса да, жаңа технологиялар логистикалық жүктемені азайту, сенімділікті арттыру, экипаждың денсаулығы мен миссияның сәттілігі үшін қолайлы тәуекелді қамтамасыз ету және Миссия жоспарларындағы ықтимал ауытқуларды өтей алатын өзін-өзі қамтамасыз ету деңгейін қамтамасыз ету үшін қажет болады. Сондықтан бұл өте маңызды сынақ стендтері тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері де жұмыс істеу үшін қаржыландырудың және басқа ресурстардың негізсіз көп бөлігін жұмсамады. Қолданыстағы технологияларды адамда жабық жүйелік сынау дұрыс мақсат емес. Жақын арада жаңа технологияларды әзірлеу бойынша тұрақты бағдарламалық және қаржылық міндеттемелер қажет, әйтпесе сынақтар барған сайын құнды бола бастайды. NASA технологиялық зерттеулер мен әзірлемелердің бағдарламалық жоспары мен жол картасын әзірлеуді жалғастыруы керек:

- NASA стратегиялық жоспарына сәйкес келеді  
- физикалық / химиялық және биорегенеративті технологиялардың салыстырмалы артықшылықтарын ескеріңіз

- нақты даму кестелеріне негізделген. Егер " жол картасы " планетарлық миссияларды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін жаңа технологияларға әлі де назар аударатын болса, бірақ нақты миссия анықталмаса, онда бірқатар ықтимал миссиялардың салыстырмалы пайдасын бағалау үшін көрсеткіштер енгізілуі керек [3].

Жетілдірілген тіршілікті қамтамасыз ету үшін жаңа технологияларды әзірлеуге баса назар аудару және оларды ағымдағы бағдарламаларға енгізу процесін жолға қою керек. Сынақ стендтерін қолдана отырып жүргізілген зерттеулер айтарлықтай құнды болуы мүмкін, егер:

- жүйені бастапқы бағалау модельдеу және жүйелік деректер жоқ немесе сапасы төмен аймақтарды анықтау үшін жүргізіледі және бұл ақпарат сынақ бағдарламаларына қойылатын талаптарды әзірлеу үшін пайдаланылды

- қатаң аналитикалық модельдер тестілік стендтерден мәліметтер жинауды және тіршілікті қамтамасыз ету жүйелері мен ішкі жүйелерінің әртүрлі функцияларының жалпы жұмысын сипаттау және болжау үшін модельдердің дәлдігін жоғарылатуды қолданатын итеративті процесті қолдана отырып әзірленді және расталды (сәтті модельдер ғарыштық негіздегі жүйелердің өнімділігін болжауға бейімделуі мүмкін) [6].

-нақты ұшу ішкі жүйелері ұшу ішкі жүйелерінің жұмысын болжауға арналған сынақтарда қолданылды (мысалы, сынақтарда ұшу жүйелерін білдіретін, бірақ ұшу жүйелерімен бірдей емес прототиптер қолданылған кезде, тестілеу тобы тестілеу нәтижелері дұрыс түсіндірілуі үшін сынақ жабдықтары мен ұшу жабдықтарының арасындағы айырмашылықтарды Мұқият құжаттауы керек).

-жердегі сынақтар NASA-ның Халықаралық ғарыш станциясында немесе аз дәрежеде ғарыш кемесінде ғарышта перспективалы жаңа технологияларды сынауды жалғастыру міндеттемесімен байланысты болды, технологияның демонстрациялық сынақтары шағын жабық кеңістіктерде бірге тұратын адамдардың адам факторы бойынша тиісті зерттеулермен мұқият біріктірілді.

Сынақ бағдарламасына тікелей қатыспайтын адамдардың сынақ жоспарларына әдеттегі сараптамалық шолу жүргізілді (NASA қызметкерлері жоққа шығарылмауы керек)

- тесттер арасында нәтижелерді талдауға және алынған сабақтарды кейінгі сынақтарға қолдануға жеткілікті уақыт болды.

### **Қорытынды**

Осылайша, Қазіргі тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері бағдарламасы NASA штаб-пәтеріндегі екі түрлі кеңседе NASA-ның екі бағдарламасын біріктірудің нәтижесі болып табылады (екеуі де тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері жүйелерін дамытуға арналған). 1993 жылы Ф/Х және биорегенерация бағдарламаларын біріктіру тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелеріне емдеудің келісілген бағдарламасын қалыптастыру жолындағы маңызды қадам болды. Алайда, NASA осы уақытқа дейін бағдарламаны басқарудың ұйымдастырушылық құрылымын анықтаған жоқ. Бұл бағдарламаны жоспарлау мен жүзеге асыруда мақсаттың жоқтығына және кешігуге әкелді. Ерте коммерциялық реактивті ұшақтар ластаушы заттардың мөлшерін азайту үшін ішкі ауаны айналып өтіп, оны ұшақтың артқы жағындағы тартқышты қалпына келтіру үшін саптама арқылы шығарды. Қозғалтқыш компрессорларынан алынған ауаны пайдалану арқылы ішкі қысым сыртқы атмосфераға қарағанда жоғары деңгейде сақталды. Жақында ұшақ дизайнерлері қайта өңдеуді бастады

100 пайыз өткізу кезінде өнімділіктің жоғалуын азайту үшін салон арқылы ауаның бір бөлігі. Жолаушылардың тығыздығы және одан туындайтын ластаушы заттардың жүктемесі (әсіресе CO<sub>2</sub>) қосымша өңдеусіз пайдалануға болатын айналымдағы ауа мөлшерін шектейді. Ауа сапасына қатысты басқа мәселелер-салондағы ылғалдылық және микробиологиялық



ластану және қалдық газдар. Қайта өңдеудің жоғары деңгейлері қажет болғанда немесе сыртқы ауа сапасы қанағаттанарлықсыз болған кезде (мысалы, ұшақ ұшуды күтіп тұрған кезде), тіршілікті қамтамасыз етудің озық жүйелері бағдарламасы аясында жасалған атмосфераны қалпына келтіру технологиялары қолданылуы мүмкін.

NASA-ның жетілдірілген тіршілікті қамтамасыз ету жұмысы жердегі пайдалану технологиялары мен жүйелерін жетілдіруді жалғастыруы керек, бірақ бағдарлама ең алдымен ғарыштағы өмірді жақсартатын технологиялар мен жүйелерді дамытуға бағытталуы керек (бағдарламаның бірегей мақсаты және оның болуының негізгі себебі).

### Әдебиеттер

1. Чингизов, Р.Н., Хамитов, И.Г. Исследование применения системного подхода в обеспечении жизнеобеспечения ВС // Системы обработки информации. М. – 2012 - 25-30с.
2. Цзян, Л., Ли, Х., Лин, Л. Анализ качества системы жизнеобеспечения на базе матричного метода // Современные технологии в промышленности. – М. 2013 - 14-17с.
3. Ли, Ш., Яо, Л., Ли, Г. Разработка системы жизнеобеспечения на базе микропроцессорной технологии // Журнал электроники и информационных технологий. – М. 2014 - 48-52с.
4. Аббас Х., М., Кристина, Н. Моделирование процессов жизнеобеспечения беспилотного летательного аппарата // Интеллектуальные системы в производстве. – М.2015 - 46-50с.
5. Тан, Ц., Ли, Х., Хуанг Ш. Оценка качества системы жизнеобеспечения летательных аппаратов // Моделирование, оптимизация и управление. – 2016 - 40-47с.
6. НАСА (Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства). Проектирование для присутствия человека в космосе: Введение в системы экологического контроля и жизнеобеспечения. НАСА RP-1324. Центр космических полетов имени Маршалла, Алабама: НАСА.
7. НАСА. Письмо администратора НАСА директорам центров НАСА. Вашингтон, округ Колумбия: НАСА.

### References

1. Chingizov, R.N., Hamitov, I.G. Issledovanie primeneniya sistemnogo podhoda v obespechenii jizneobespecheniia VS // Sistemy obrabotki informatsii. M. – 2012 - 25-30с.
2. Tszian, L., Li, H., Lin, L. Analiz kachestva sistemy jizneobespecheniia na baze matrichnogo metoda // Sovremennye tehnologii v promyshlennosti. – M. 2013 - 14-17s.
3. Li, Sh., Iao, L., Li, G. Razrabotka sistemy jizneobespecheniia na baze mikroprotsessornoj tehnologii // Jýrnal elektroniki i informatsionnyh tehnologii. – M. 2014 - 48-52с.
4. Abbas H., M., Kristina, N. Modelirovanie protsessov jizneobespecheniia bespilotnogo letatel'nogo apparata // Intellektýalnye sistemy v proizvodstve. – M.2015 - 46-50с.
5. Tan, Ts., Li, H., Hýang Sh. Otsenka kachestva sistemy jizneobespecheniia letatelnyh apparatov // Modelirovanie, optimizatsiia i úpravlenie. – 2016 - 40-47s.
6. NASA (Natsionalnoe úpravlenie po aeronavtike i issledovaniú kosmicheskogo prostranstva). Proektirovanie dlia prisýtstviia cheloveka v kosmose: Vvedenie v sistemy ekologicheskogo kontrolya i jizneobespecheniia. NASA RP-1324. Tsentr kosmicheskikh poletov imeni Marshalla, Alabama: NASA.
7. NASA. Pismo administratora NASA direktoram tsentrov NASA. Vashington, okrýg Kolýmbiia: NASA.