

*Заклучение*

1. Разработанное устройство можно использовать для непосредственного преобразования энергии воздушного потока, других диэлектрических потоков в электрическую энергию.
2. Фундаментальная и прикладная актуальность научного исследования заключается в том, что она может значительно расширить представления о процессах непосредственного преобразования энергии любого диэлектрического потока в электрическую энергию.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Конюшая Ю. П. МГД-генераторы // Открытия советских ученых. — М.: Московский рабочий, 1979.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — М.: Наука, 2011. — Т. III. Электричество. — 688 с.
3. RU 2504037 «Способ трансформации электроэнергии, устройство для его функционирования и способ изготовления устройства»;
4. WO 2013115750 A1 «Способ преобразования напряжения» и др. Прототипом для изобретения и введения технического решения выбран патент RU 2504037, дата публикации 10.01.2014, МПК H01G 4/04.
5. S.Krohns, P.Lunkenheimer, Ch.Kant, A.V.Pronin, H.B.Brom, A.A.Nugroho, M.Diantoro, A.Loidl. Colossal dielectric constant up to GHz at room temperature // препринт arXiv: 0811.1556 (24 November 2008).
6. Отчет НИР «Исследование и разработка преобразователя ветра в электрическую энергию на основе явления поляризации диэлектрика, а также анализ процессов обратного преобразования энергий» № госрегистрации 0112РК02537, Инв. №0212РК02942, НАО АУЭС, Алматы, 2012.
7. Омар Р.Т., Садыкбек Т.А. Исследование непосредственного преобразования ветра в электрическую энергию на основе явления поляризации диэлектрика, а также анализ режимов обратного процесса преобразования энергий // Материалы IV Международной конференции «Инновационные идеи и технологии – 2011». — Алматы 2011. — С. 62
8. Поплавко Ю. М. Физика диэлектриков. — Киев: Вища школа, 1980. — 400 с. — (Учебное пособие для вузов).
9. Рез И. С., Поплавко Ю. М. Диэлектрики. Основные свойства и применения в электронике. — М.: Радио и связь, 1989. — 288 с. — ISBN 5-256-00235-X.
10. Ветроэнергетика. Под ред. Д. де Рензо / М.Энергоатомиздат, 1982 – 270 с. 20.
11. Тилли Д. Р., Тилли Дж. Свехтекучесть и сверхпроводимость. — М.: Мир, 1977. — 304 с.

**УДК 62-236.58**

**М. Е. Қалекеева<sup>а</sup>, Б. Манарбекқызы<sup>б</sup>**

Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан

<sup>а</sup>kalekeeva.m@mail.ru, <sup>б</sup>baxit.85@mail.ru

**ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ МАНИПУЛЯТОРЛАРЫНЫҢ ЖЕР БЕТІНДЕГІ  
ОБЪЕКТИЛЕРМЕН ӨЗАРА ФИЗИКАЛЫҚ ІС-ҚИМЫЛ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

**Аңдатпа.** Борттық манипуляция жүйесін ұшқышсыз ұшу аппаратына (ҰҰА) қосу жұмыс істеу алгоритмдерін, конструкцияны едәуір қиындатады және жалпы өлшемдердің ұлғаюына әкеледі. Манипулятордың объектілермен физикалық әрекеттесуі ҰҰА

тұрақтандыру процесін қиындатады. Сонымен қатар, манипулятордың объектілермен физикалық өзара әрекеттесуі ҰҰА-ның жоғары энергия ресурстарын қажет етеді. Мақалада ұшуды басқару, жермен, қоршаған кеңістікпен байланысқа жол бермеу, сондай-ақ басып алынған объектіні манипуляциялау мәселелерін қоса, манипулятормен жабдықталған ҰҰА объектілермен физикалық өзара әрекеттесуінен туындайтын жаңа міндеттердің тізімі жасалады.

**Түйін сөздер.** Ұшқышсыз ұшу манипуляторлары, ұшқышсыз ұшу аппараттары, физикалық өзара іс-қимыл.

**Аннотация.** Подключение бортовой системы манипуляций к беспилотному летательному аппарату (БПЛА) значительно усложняет алгоритмы работы, конструкцию и приводит к увеличению габаритных размеров. Физическое взаимодействие манипулятора с объектами усложняет процесс стабилизации БПЛА. Кроме того, физическое взаимодействие манипулятора с объектами требует высоких энергоресурсов БПЛА. В статье составляется перечень новых задач, вытекающих из физического взаимодействия БПЛА, оснащенного манипулятором, с объектами, включая вопросы управления полетом, недопущения контакта с землей, окружающим пространством, а также манипулирования захваченным объектом.

**Ключевые слова.** Беспилотные летательные манипуляторы, беспилотные летательные аппараты, физическое взаимодействие.

**Abstract.** The connection of the onboard manipulation system to an unmanned aerial vehicle (UAV) significantly complicates the algorithms of operation, design and leads to an increase in overall dimensions. The physical interaction of the manipulator with objects complicates the process of stabilization of the UAV. In addition, the physical interaction of the manipulator with objects requires high energy resources of the UAV. The article draws up a list of new tasks arising from the physical interaction of a UAV equipped with a manipulator with objects, including issues of flight control, preventing contact with the ground, the surrounding space, as well as manipulating a captured object.

**Key words.** Unmanned aerial manipulators, unmanned aerial vehicles, physical interaction.

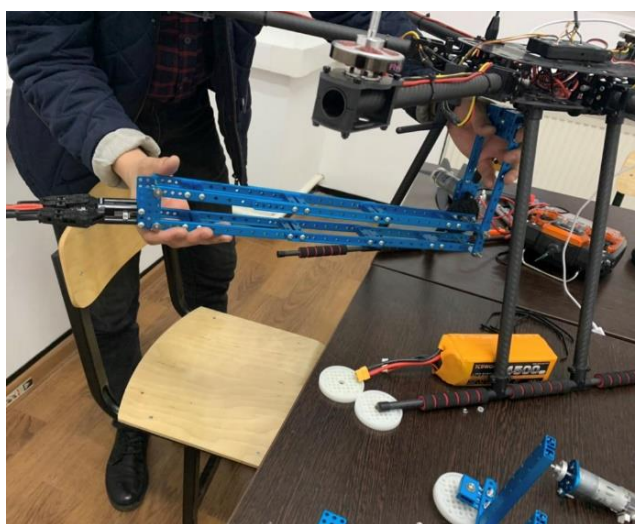
Қазіргі уақытта ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) әртүрлі объектілер мен аумақтарды мониторингтеу міндеттерін шешу үшін көбірек қолданылады. Сондай-ақ зерттеудің перспективалы бағыты жүктерді ҰҰА арқылы тасымалдау болып табылады, олардың негізгі артықшылығы жоғары жылдамдық болып табылады, бұл ретте қауіпсіздік бойынша қатаң талаптар қойылады. ҰҰА кедергілерден аулақ болуға, жердегі көлік құралдарының қозғалысын баяулатпауға және кедергі келтірмеуге тиіс. Жаһандық және жергілікті навигация, оқшаулау, кедергілерді анықтау және алдын алу саласындағы соңғы жетістіктер ҰҰА дербестігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік берді. Ұшу параметрлерін тұрақтандыру және айналадағы объектілерді үнемі бақылау ҰҰА орындайтын автономды операциялардағы маңызды аспектілер болып табылады. Осы уақытқа дейін жүргізілген зерттеулердің көпшілігі робастикалық автопилот жүйелерін, ұшқыштың ұшақпен 3D модельдеу және виртуалды шындық жүйелерін қолдана отырып өзара әрекеттесуі үшін автоматтандырылған жұмыс орындарын құруға, ұшу қауіпсіздігі мәселелерін, соның ішінде ҰҰА құлауының алдын алуға бағытталған [1].

Ұшқышсыз әуе көліктерінің айналадағы заттарды айла-шарғы жасау немесе лас, қауіпті немесе монотонды операцияларды орындау кезінде оператордың мүмкіндіктерін күшейте отырып, миссиялардың түрлері мен қолдану аясын едәуір кеңейтеді, мысалы: объектілерді айла-шарғы жасау, құрылыс конструкцияларын жасау, құрылыс инфрақұрылымдарын жөндеу, табиғи апаттар кезінде көмек көрсету, жүктерді тиеу, өнеркәсіптік қондырғыларды қарау және техникалық қызмет көрсету, қол жетімділігі қиын аудандардан материалдардың үлгілерін алу, көлік құралдарын, ауылшаруашылық

жерлерін және басқа да ұқсас типтік міндеттер болуы мүмкін: топырақ үлгілерін жинау, көпірде немесе ғимараттың бетінде техникалық қызмет көрсету, қауіпті аймақтағы қоқыстарды тазарту. Осындай міндеттерде ҰҰА өзінің қоршаған ортасында айла-шарғы жасауға, оның ішінде нысаналы нүктеге қарай қозғалысты бұғаттайтын кедергілерді жоюға қабілетті болуы тиіс. Алайда қазіргі уақытта манипуляторлармен тек жерүсті роботтандырылған көлік құралдары ғана жабдықталған [2].

Тұтқалы манипулятормен жабдықталған көп роторлы платформаларды басқару жүйелері MM-UAV (Mobile Manipulating Unmanned Aerial Vehicles) деп те аталады. Ұшқышсыз ұшу манипуляторларының (ҰҰМ) дамуы манипуляциялармен бірге қозғалыс міндеттерін орындайтын дәстүрлі жер үсті роботтарын жасаудан гөрі көптеген қиындықтармен бірге жүреді. Ең қиын мәселе-ауада тұрақты платформаның болмауы. Жердегі көлік құралдары операциялар үшін тоқтап, стационарлық тұрақты күйде дәл манипуляциялар жасай алады, ал ҰҰМ көп жағдайда мұндай мүмкіндікке ие болмайды. Шын мәнінде, ұшуды тұрақтандырудың икемді жүйелерін қолдана отырып, ҰҰМ әуе платформасы кеңістіктің белгілі бір аймағында болады, ал нақты тұрақты координаттары жоқ, әсіресе ашық жерде жұмыс істеген кезде. Әуе платформасының тұрақтылығының болмауы манипуляторды басқарумен ішінара өтелуі мүмкін. Манипулятордың қозғалыс ауқымы мен көру датчиктерінің өрісі платформаның объектінің қай жағынан ұшып келетініне байланысты. Манипулятордың жұмыс кеңістігі әуе платформасының корпусымен шектеледі, сондықтан оны көбейту үшін манипулятор көбінесе платформаның төменгі бөлігіне орнатылады [3].

Бұл зерттеудің мақсаты-кіріктірілген манипулятор арқылы ҰҰА-ның заттармен физикалық әрекеттесуі. Айта кету керек, ұшқышсыз ұшу манипуляторының шынайы модельдерде (сурет 1.) эксперименттер әлі де сирек кездеседі, бұл негізінен компьютерлік немесе аралас модельдеу, мұнда манипулятордың шынайы моделі ҰҰА-ның еркін қозғалыстарына еліктейтін арнайы рамаға ілінеді.



1 сурет – Ұшқышсыз ұшу манипуляторының прототипі

Ұшқышсыз ұшақтарға орнатылған манипуляторды қолдана отырып, нысандармен өзара әрекеттесу маңызды міндет болып табылады, өйткені ҰҰА кейбір жағдайларда басқа жердегі көліктік роботты платформалар үшін қол жетімді емес көптеген жерлерге қол жеткізе алады. Алайда, борттық манипуляция жүйесін ұшатын роботқа қосу үлкен қиындықтар туғызады, өйткені жердегі объектілермен физикалық өзара әрекеттесу операциялары бүкіл әуе платформасының жалпы тұрақтылығына әсер етеді. Жылжымалы мобильді манипуляциялық жүйемен ұшу кезінде массаның таралуы өзгереді және қосымша динамикалық реакция күштері пайда болады. Нысандарды түсіру және басқару

механизмінің дизайны жүктеме рұқсат етілген массасына, бүкіл ҰҰА-ның инерциялық және динамикалық сипаттамаларына әсер етеді. Бұл механизмнің массасы төмен және оның масса орталығы ҰҰА негізіне жақын болуы маңызды, бұл жағдайда ҰҰА қозғалысы кезінде пайда болатын реакция күштері мен момент оның тұрақтылығына айтарлықтай әсер етпейді. Соңғы қармаудан ҰҰА-ға таралатын байланыс күштерінің әсерін әуе манипуляторының ҰҰА негізімен қосылуы арқылы азайтуға болады. Мұндай аспектілер әдетте стандартты платформаны тұрақтандыру алгоритмдерінде ескерілмейді, сондықтан мұндай мәселелерді шешетін жаңа алгоритм қажет. Сондай-ақ, манипуляторлар әр түрлі қозғалыстарды орындайды аудармалы, айналмалы, жүктемемен және онсыз, бұл ҰҰА-ға әртүрлі әсер етеді, оның тұрақтылығын бұзады [4].

Сондай-ақ, ҰҰА арқылы нысандарды басқару мүмкіндігі пайда болғанға дейін бірқатар басқа да маңызды мәселелерді талдау қажет, олардың арасында мыналар ерекшеленеді:

1) ҰҰА платформасы үнемі микро қозғалыстарға ие және, тиісінше, манипуляциялар үшін қызығушылық тудыратын объектіге қатысты ҰҰА манипуляторының сілтемелерін дәл орналастыру өте қиын;

2) манипулятордың қозғалысы ҰҰА платформасының тұрақтылығына әсер етеді, бұл орналасуды одан әрі қиындатады.

*Манипуляторлы ҰҰА-ын басқару кезінде пайда болатын тапсырмалар.* Ұшу кезеңінде ең аз аэродинамикалық кедергіні қамтамасыз ететін манипулятордың ықшам бекітілген тұрақ орнын таңдау, сондай-ақ манипуляторды тұрақ жағдайына ауыстыру кезінде ҰҰА-ның тұрақты жағдайын сақтау қажет. Егер манипулятор жер үсті объектісінде ҰҰА қондыру үшін пайдаланылған жағдайда бла жұмысын синхрондауды және ағыту мен ұшып көтерілу кезінде қармауды қамтамасыз ету талап етіледі.

Нысанды басып алу кезеңінде манипуляторды жұмыс жағдайына ауыстыру, манипуляторды объектіге бағыттау, ҰҰА-ны объектімен басып алу және ұшу үшін ҰҰА-ны объектіге жақын қашықтыққа навигация жасалады. Бұл кезеңдегі негізгі қиындық-манипулятордың қозғалысы кезінде ҰҰА-ның тұрақты күйін қамтамасыз ету және ҰҰА-ның динамикалық өзгеретін жағдайында дәл бағыттау.

Объектіні тасымалдау кезеңінде тасымалданатын объектінің өлшемдерін ескере отырып, ҰҰА-ның қауіпсіз навигациясын қамтамасыз ету қажет.

Объектіні түсіру кезеңінде түсіру алаңына ұшу, манипуляторды тасымалданатын объектіні түсіру үшін оңтайлы жағдайға ауыстыру және объектіні қону алаңына орналастыру жүзеге асырылады. Объектіні түсіру алаңының берілген аймағына орнатқаннан кейін қармауды ажырату және манипуляторды/ҰҰА объектіден бұру жүзеге асырылады. ҰҰА-ның тұрақты күйін қамтамасыз ету манипуляторды дәл бағыттауға және объектіні орнатуға мүмкіндік береді. Аталған міндеттер мен талаптар жер үстіндегі объектілерді манипуляциялау және тасымалдау, сондай-ақ жер бетіндегі сервистік роботтандырылған платформалармен және басқа да коллаборативті роботтармен өзара іс-қимыл жасау үшін қажетті ҰҰА бағдарламалық-аппараттық қамтылымының параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

ҰҰА басқару жүйелерін зерттеу айналадағы заттармен байланысқа бағытталған. Бұл негізінен ҰҰА үшін қол жетімді жүктемені пайдалану мүмкіндіктерінің жеткіліксіздігіне байланысты болды. Осы уақытқа дейін ҰҰА негізінен бақылау және бақылау міндеттері үшін пайдаланылды, мысалы, іздеу құтқару миссияларында. Алайда, әуе көліктерінің олармен кездесетін нысандарды басқару және жылжыту қабілеті ұшқышсыз жүйелер орындайтын миссиялардың түрлерін едәуір кеңейте алады. Манипуляторлармен жабдықталған ұшатын қондырғылар жерге жақын ортадағы көлік логистикасына айтарлықтай өзгерістер әкелуі мүмкін.

Бүгінгі таңда ҰҰА-н қоршаған ортамен тікелей әрекеттесу үшін қолдану оның тұрақсыздығына байланысты әлі де шектеулі. Осы тақырып бойынша бірқатар зерттеулер

жүргізіліп жатыр, бірақ олардың көпшілігі модельдеу деңгейінде жасалынған. Әрине, ұшқышсыз ұшу аппараттарына орнатылған манипуляторды қолдана отырып, объектілермен жұмыс істеу және манипулятормен жабдықталған мультироторлы платформаларды басқару ерекшеліктерін зерттеу әрі қарай зерттеудің перспективалы бағыттары болып табылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Gardec I., Asis I., Bond A., Gasiar P. Multicopter Aerial Platform with Manipulation System - Static Disturbances // ICA 2017: Automation, 2017, pp. 357 - 366.

[2] Suarez A., Heredia G., Ollero A. Compliant and Lightweight Anthropomorphic Finger Module for Aerial Manipulation and Grasping. Robot 2015 // Second Iberian Robotics Conference, 02 December 2015, pp. 543-555

[3] Orsag M., Korpela C., Oh P. Modeling and Control of MM-UAV: Mobile Manipulating Unmanned Aerial Vehicle // Journal of Intelligent & Robotic Systems, 2013, no. 69, pp. 227 – 240.

[4] Khalifa A., Fanni M. A New Quadrotor Manipulation System: Modeling and Point-to-point Task Space Control // International Journal of Control, Automation and Systems, 2017, no. 15(3), pp. 1434 - 1446.

УДК 621.365.23:621.31

**Е.А. Абдрахманов<sup>а</sup>, А.А. Қасымжанова<sup>б</sup>**

Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан  
[e.abdrakhmanov@alt.edu.kz](mailto:e.abdrakhmanov@alt.edu.kz), [asem.kasymzhanova@bk.ru](mailto:asem.kasymzhanova@bk.ru)

#### ДСП-3А БОЛАТ БАЛҚЫТУ ДОҒАЛЫҚ ПЕШІНІҢ РЕАКТИВТІК ЭНЕРГИЯСЫН ҚАРЫМТАЛАУ

**Аңдатпа.** DSP-3а доғалы пештің энергетикалық ресурстарын зерттеу негізінде оның реактивті қуатын өтеу үшін UKRL(P) 56-6.3-600-300u3 типті жоғары вольтты реттелетін конденсатор батареясы таңдалды. ДСП-3а бөлшектер тақтасы тұтынатын реактивті энергияны өтеу оны 1800 кВт\*сағ-тан 600 кВт\*сағ-қа дейін төмендетеді және қуат коэффициентін 0,99-ға дейін арттырады. Желідегі жүктемені және ондағы шығындарды азайту арқылы энергияны тұтыну азаяды және қолданыстағы USB- (3X240) кабелін ASB- (3X120) кабелінің жартысына тең кабельмен ауыстыруға болады. Нәтижесінде, DSP-3а доғалы пештің реактивті қуатын өтеу электр қуатын азайтуға және қосымша жүктеме қосуға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** ДСП-3а доғалы пеші, реактивті қуатты өтеу, реактивті қуатты өтеу құрылғысы, шығындарды азайту, энергия тұтынуды азайту.

**Аннотация.** На основании исследования энергетических ресурсов дуговой печи DSP-3А для компенсации ее реактивной мощности была выбрана высоковольтная регулируемая конденсаторная батарея типа UKRL(P) 56-6.3-600-300U3. Компенсация реактивной энергии, потребляемой древесностружечной плитой ДСП-3А, снижает ее с 1800 кВт\*ч до 600 кВт\*ч и увеличивает коэффициент мощности до 0,99. За счет снижения нагрузки на сеть и потерь в ней снижается потребление энергии, и существующий кабель ASB- (3x240) может быть заменен кабелем, который вдвое меньше кабеля ASB- (3x120). В результате компенсация реактивной мощности дуговой печи DSP-3А позволяет снизить плату за электроэнергию и добавить дополнительную нагрузку.

**Ключевые слова:** дуговая печь ДСП-3А, компенсация реактивной мощности, устройство компенсации реактивной мощности, снижение затрат, снижение энергопотребления.