

ӘОЖ.1174; МҒТАР 29.01.45

<https://doi.org/10.47526/2025-2/2664-0686.220>Е. ЖАБАЕВ^{1✉}, К. КЕЛЕСБАЕВ², Ғ. ОРМАНОВА³¹PhD, Абай ат. Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінің аға оқытушысы
(Қазақстан, Алматы қ.), e-mail: ermahan_zh.h@mail.ru²Қожа Ахмет Ясауи ат. Халықаралық қазақ-түрік университетінің PhD докторанты
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: kazhytukan.kelesbayev@ayu.edu.kz³педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Ө. Жәнібеков ат. Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті
(Қазақстан, Шымкент қ.), e-mail: Ganya_66@mail.ru

БОЛАШАҚ МАМАНДАРДЫ ОҚУ ҮДЕРІСІНДЕГІ 3D ПРИНТЕРМЕН ТИІМДІ ӨНДІРІСКЕ ДАЯРЛАУ: ИНЖЕНЕРЛІК ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ БІЛІМ МЫСАЛЫНДА

Аңдатпа. Заманауи өндіріс технологиялары, әсіресе 3D басып шығару, соңғы жылдары айтарлықтай дамып, тиімді өндіріс пен инновациялардың жаңа мүмкіндіктерін ашты. Әсіресе білім беру саласында дрондарды жасауға болашақ мамандарды даярлау өзекті мәселеге айналды. 3D басып шығару арқылы құрылымдық бөлшектерді оңай және жылдам жасау мүмкіндігін меңгеру арқылы болашақ мамандар дрондардың дизайны мен өндірісін жеңілдетіп қана қоймай, шығындарды азайтып, жеңіл әрі жоғары тиімді құрылғыларды шығару технологиясын үйренеді. Сондықтан оқу үдерісіндегі дрондарды әзірлеуде 3D басып шығару әдісін қолдану тиімді өндірістің перспективалы бағыты ретінде ерекше өзектілікке ие. Бұл зерттеудің мақсаты – 3D принтердің көмегімен дрон әзірлеу мысалында болашақ мамандарды 3D принтермен тиімді өндіріске даярлау мәселелерін қарастыру болып табылады. Зерттеу барысында теориялық және тәжірибелік талдау, модельдеу және дизайн әдісі қолданылды. Оқу үдерісінде дайын болған дронның көтеру күшінің қалақшалардың өлшемдеріне тәуелділігін анықтау, сондай-ақ, қозғалтқыштың қуатына тәуелділігін есептеу жұмыстары жүргізілді. Нәтижеде теориялық әдістерді қолдану арқылы дронның физикалық қасиеттерімен танысуға, оның ішінде салмағы, массасының таралуы, инерциялық моменттері және тұрақтылық параметрлерін есептеуге мүмкіндік туды. Жалпы алғанда, 3D принтердің көмегімен әзірленген дронның физикалық параметрлері оңтайландырылып, оның тиімді жұмыс істеуі қамтамасыз етілді. Зерттеу нәтижелері дронның конструкциялық және функционалдық мүмкіндіктерін арттыруға бағытталған болашақ мамандарды даярлаудағы жұмыстар үшін негіз бола алады.

Кілт сөздер: 3D басып шығару, өндіріс, STEM білім, пәнаралық оқыту, дрон әзірлеу, инженерлік-техникалық білім.

* Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:

Жабаев Е., Келесбаев К., Орманова Ғ. Болашақ мамандарды оқу үдерісіндегі 3D принтермен тиімді өндіріске даярлау: инженерлік және техникалық білім мысалында // *Ясауи университетінің хабаршысы*. – 2025. – №2 (136). – Б. 407–418. <https://doi.org/10.47526/2025-2/2664-0686.220>

*Cite us correctly:

Zhabaev E., Kelesbaev K., Ormanova G. Bolashaq mamandardy oqu uderisindegі 3D printermen tiimdi ondiriske daiarlau: inzhenerlik zhane tehnikalyq bilim mysalynda [Preparing Future Specialists for Efficient Production with a 3D Printer in the Educational Process: Using the Example of Engineering and Technical Knowledge] // *Iasauı universitetinın habarshysy*. – 2025. – №2 (136). – B. 407–418. <https://doi.org/10.47526/2025-2/2664-0686.220>

Мақаланың редакцияға түскен күні 05.10.2024 / қабылданған күні 30.06.2025

Y. Zhabayev¹, K. Kelesbayev², G. Ormanova³¹PhD, Senior Lecturer of Abai Kazakh National Pedagogical University
(Kazakhstan, Almaty), e-mail: ermahan_zh.h@mail.ru²PhD Doctoral Student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: kazhymukan.kelesbayev@ayu.edu.kz³Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
South Kazakhstan Pedagogical University named after O. Zhanibekov
(Kazakhstan, Shymkent), e-mail: Ganya_66@mail.ru

Preparing Future Specialists for Efficient Production with a 3D Printer in the Educational Process: Using the Example of Engineering and Technical Knowledge

Abstract. Modern manufacturing technologies, particularly 3D printing, have undergone significant evolution in recent years, unlocking new opportunities for efficient production and innovation. The training of future specialists to create drones in the field of education has become a particularly pressing problem. Having mastered the ability to easily and quickly create structural parts using 3D printing, future specialists will not only simplify the design and production of drones but also learn how to produce lightweight and highly efficient devices, thereby reducing costs. Therefore, the use of the 3D printing method in the development of drones in the educational process is becoming particularly relevant as a promising area of efficient production. The purpose of this study is to consider the issues of training future specialists for efficient production with a 3D printer, using the example of drone development through a 3D printer. During the research, the method of theoretical and experimental analysis, modeling, and design was used. During the training, work was carried out to determine the dependence of the lifting force of the finished drone on the size of the blades, as well as the calculation of the dependence of engine power. As a result, using theoretical methods, it was possible to be acquainted with the physical properties of the drone, including the calculation of weight parameters, mass distribution, moments of inertia, and stability. In general, the physical parameters of the drone developed using a 3D printer are optimized, and its efficient operation is ensured. The results of the study can become the basis for training future specialists aimed at improving the design and functionality of the drone.

Keywords: 3D printing, manufacturing, STEM education, interdisciplinary training, drone creation, engineering and technical education.

Е. Жабаев¹, К. Келесбаев², Г. Орманова³¹PhD, старший преподаватель Казахского Национального педагогического университета им. Абая
(Казахстан, г. Алматы), e-mail: ermahan_zh.h@mail.ru²PhD докторант Международного казахско-турецкого университета им. Ходжи Ахмеда Ясави
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: kazhymukan.kelesbayev@ayu.edu.kz³кандидат педагогических наук, доцент
Южно-Казахстанский педагогический университет им. О. Жанибекова
(Казахстан, г. Шымкент), e-mail: Ganya_66@mail.ru

Подготовка будущих специалистов к эффективному производству с 3D-принтером в учебном процессе: на примере инженерно-технических знаний

Аннотация. Современные технологии производства, особенно 3D-печать, значительно эволюционировали в последние годы, открывая новые возможности для эффективного производства и инноваций. Особенно актуальной проблемой стала подготовка будущих специалистов для создания дронов в сфере образования. Освоив способность легко и быстро создавать структурные детали с помощью 3D-печати, будущие специалисты не только

упростят проектирование и производство дронов, но и научатся технологии производства легких и высокоэффективных устройств, снижая затраты. Поэтому применение метода 3D-печати при разработке дронов в учебном процессе приобретает особую актуальность как перспективное направление эффективного производства. Целью данного исследования является рассмотрение вопросов подготовки будущих специалистов к эффективному производству с 3D-принтером на примере разработки дронов с помощью 3D-принтера. В ходе исследования был использован метод теоретического и экспериментального анализа, моделирования и проектирования. В процессе обучения были проведены работы по определению зависимости подъемной силы готового дрона от размеров лопастей, а также расчет зависимости мощности двигателя. В результате с помощью теоретических методов удалось познакомиться с физическими свойствами дрона, включая расчет параметров веса, распределения массы, инерционных моментов и стабильности. В целом, физические параметры дрона, разработанного с помощью 3D-принтера, оптимизированы и обеспечена его эффективная работа. Результаты исследования могут стать основой для работ по подготовке будущих специалистов, направленных на повышение конструктивных и функциональных возможностей дрона.

Ключевые слова: 3D-печать, производство, STEM образование, междисциплинарное обучение, создание дрона, инженерное и техническое образование.

Кіріспе

Қазіргі заманда 3D технологиялары өндірістік процестер мен білім беруде үлкен рөл атқарады. Бұл технологиялар көптеген салаларда, оның ішінде дрондарды әзірлеу мен өндіруде кеңінен қолданылады. Дрондар өндірісінің тиімділігін арттыру және өндіріс уақытын қысқарту мәселесі бүгінгі күннің өзекті тақырыптарының бірі. 3D принтерлердің көмегімен өндіріс процесін оңтайландыру, шығындарды азайту және өнімді жекелендіру мүмкіндіктері кеңейтілуде, бұл өз кезегінде инновациялық шешімдерге жол ашады.

3D принтерлерді оқу процесіне енгізу арқылы оқу тапсырмалары мен жобалар шынайы өндірістік міндеттермен сәйкестендіріледі. Студенттерге жобалау және модельдеу қабілеттерін дамытуға, сондай-ақ, өнімдерді жасау процесін түсінуге мүмкіндік беріледі. Инженерлік-техникалық білім беру саласында практикалық сабақтар 3D моделдеуді үйретуге, принтермен жұмыс істеуге және өндіріс технологияларын зерттеуге бағытталады. Жобалық оқыту арқылы студенттерге өз өнімдерін жасап көруге мүмкіндік беріледі.

Болашақ мамандарды оқу үдерісінде дрондарды әзірлеуге даярлау заманауи инженерлік және техникалық білім беру саласындағы маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Дрондар әртүрлі салаларда (мысалы, ауыл шаруашылығы, құрылыс, логистика, қорғаныс) қолданылуда, сондықтан студенттерді дрондарды әзірлеуге және пайдалануға үйрету олардың еңбек нарығындағы бәсекеге қабілеттілігін арттырады. Бұл мамандар жаңа технологияларды меңгеріп, оларды тиімді пайдалануды үйренеді.

Мохуд Дауд және әріптестері жүргізген зерттеу дрондардың апаттарды басқару саласындағы маңызды рөлін көрсетеді. Бұл технологияның мүмкіндіктері төтенше жағдайларда жылдам әрекет етуді және тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді, бірақ кейбір техникалық және логистикалық қиындықтарды еңсеру қажет. Зерттеу нәтижелері дрондарды апаттарды басқаруда кеңінен қолдану қажеттілігін және олардың болашақтағы қолдану аясын кеңейтуге бағытталған қосымша зерттеулердің маңызды екенін көрсетеді [1].

Ғалымдар ауыл шаруашылығындағы дрондардың маңызды рөлін және олардың болашақта осы салада кеңінен қолдану перспективаларын көрсетеді. Дрондардың көмегімен фермерлер өз шаруашылықтарын тиімдірек басқара алады, бірақ осы технологияның толық әлеуетін іске асыру үшін кейбір техникалық және нормативтік кедергілерді еңсеруі қажет.

Мақалада осы мәселелерді шешуге бағытталған болашақ зерттеулердің маңыздылығы да атап өтілген [2].

Дрондар арқылы жеткізу жүйелерінің маршрутына қатысты түрлі аспектілерді қарастыра отырып, жеткізу жүйелерінің дамуындағы жаңа мүмкіндіктер мен мәселелерді көрсетеді. Сонымен қатар, осы саладағы зерттеулердің қажеттілігін айқындайды. Географиялық мәліметтер мен навигациялық жүйелердің рөлі ресурстарды, уақытты және энергияны оңтайландыру жолдарын көрсете алды [3].

Кейбір зерттеушілер мақалаларында дрон қызметтерінің әлеуетін, олардың crowdsourcing және scripting арқылы қалай жақсартуға болатындығын көрсетеді. Зерттеу жұмыстары дрондарды тиімді пайдаланудың жаңа тәсілдерін ұсынып, болашақ зерттеулер мен дамыту бағыттарын анықтайды. Бұл зерттеу дрон технологияларының дамуындағы жаңа үрдістер мен мүмкіндіктерді ашады, сонымен қатар дрондарды пайдаланудың көпжақты тәсілдерін көрсету арқылы әлеуетті пайдаланушылар мен зерттеушілерге пайдалы ақпарат береді [4].

Дрондардың құрылыс индустриясындағы көптеген артықшылықтары мен мүмкіндіктерін сипаттайтын зерттеулер де бар. Дрондарды тиімді пайдалану жобаларды басқару, қауіпсіздікті және тиімділікті арттыру тұрғысынан маңызды болып табылады. Авторлар дрондардың технологиялық жетістіктері мен олардың құрылыс секторындағы болашағына назар аударады, бұл саладағы зерттеушілер мен практиктер үшін пайдалы ақпарат ұсынады [5].

Дрондардың сәулет, инженерия және құрылыс (АЕС) индустриясындағы қолдану мүмкіндіктері мен артықшылықтарын жан-жақты қарастыруға болады. Дрондар осы салаларда жобаларды басқару, мониторингтеу және құрылыс сапасын қамтамасыз ету үшін маңызды құрал болады. Мақала дрондардың АЕС индустриясындағы кең ауқымды қолдану мүмкіндіктерін, артықшылықтарын және шектеулерін көрсетеді. Авторлар дрондарды тиімді пайдаланудың жобаларды басқарудағы, қауіпсіздік пен сапаны қамтамасыз етудегі рөлін атап көрсетеді. Дрондардың технологиялық жетістіктері мен олардың болашағы, зерттеушілер мен практиктер үшін маңызды бағыттар ретінде қарастырылады [6].

Дрондардың энергия тұтыну модельдері кеңінен қарастырылады, бұл саладағы зерттеушілер мен практиктер үшін маңызды ақпарат ұсынады. Зерттеушілер дрондардың тиімділігін және экологиялық әсерін жақсарту үшін энергия тұтыну модельдерін одан әрі дамыту қажеттілігін атап көрсетеді. Дрондардың қолданылуы мен оларды басқарудағы жаңа бағыттар, сондай-ақ, экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді шешімдер табу мүмкіндіктері зерттеледі [7].

Ғалымдар ауыл шаруашылығында дрондардың қолданылуына арналған MOOC (Massive Open Online Course) әзірлеу процесі қарастырылады. Дрон технологияларының ауыл шаруашылығындағы тиімділігін арттыру мақсатында білім беру әдістерін талқылайды. Дрондардың білім беру мен ауыл шаруашылығының интеграциясы, тиімділік пен инновацияны арттыру үшін жаңа мүмкіндіктерді ашады [8]. 6G желілерін жүзеге асыру үшін дрондарда федералды оқытудың және интеллектуалдық шағылысу беттерінің (IRS) бірігуі қарастырылады. Авторлар бұл технологиялардың дрондардың желілік мүмкіндіктерін арттырудағы рөлін және олармен байланысты қиындықтарды талдайды. Мақала дрондардың федералды оқыту мен IRS технологияларын біріктіру арқылы 6G желілерін дамытудағы маңыздылығын көрсетеді. Авторлар осы технологиялардың болашақ мүмкіндіктері мен мәселелерін талдай отырып, дрондардың желілік функционалдығын арттыру жолдарын ұсынады. Бұл зерттеу дрондардың 6G желілеріндегі рөлін арттыру үшін жаңа бағыттар мен зерттеу мүмкіндіктерін анықтайды [9]. Мақалада білім берудегі дрондардың қолданылуына арналған сыни шолу жүргізіледі. Авторлар дрон технологияларының оқу процесіне ықпалы, білім беру әдістерін өзгерту мүмкіндіктері және дрондардың білім беру саласындағы

артықшылықтары мен кемшіліктерін талдайды. Бұл зерттеу білім беру ұйымдары мен педагогтар үшін дрондардың тиімділігін арттыру бойынша пайдалы ақпарат ұсынады [10].

3D принтермен дрондарды әзірлеу тиімді өндірістің бір мысалы болады. Бұл технология дрондардың дизайнын, өндірісін және функционалдығын жетілдіруге мүмкіндік береді, сонымен қатар нарықтағы бәсекелестікті арттырады. Сондықтан да бұл салада білім беру және болашақ мамандарды даярлау өзекті. Өндірістік үдерісте 3D принтерлерді қолдану арқылы мамандарды әртүрлі технологиялық операцияларды орындауға үйретуге болады. Бұл білім алушылардың материалдарды тиімді қолдану, прототиптер жасау және инновациялық шешімдерді іздеу қабілетін арттырады.

Зерттеу әдістері мен материалдар

Зерттеу барысында ғылыми мақалаларды талдап, зерттеу жұмысы жүргізілді. Ең алдымен зерттеу тақырыбына сәйкес кілт сөздер тандап алынды. «Mendeley.com» деректер базасынан «3D принтер», «дрондар», «модельдеу», «аэродинамика», «қалақша өлшемдері», «көтеру күші», «оқыту үдерісі», «STEM білім» - кілт сөздері арқылы ғылыми мақалалар жинақталды.

Модельдеу, дизайн әдістері: 3D принтермен дрондарды әзірлеу тиімді өндірістің және білім беру жүйесінің интеграциясы болып табылады. Бұл процесс білім алушылардың инженерлік-техникалық саласындағы қызығушылығын арттырып, оларды инновациялық технологияларды меңгеруге ынталандырады.

Зерттеу барысында сондай-ақ теориялық әдістер қолданылды. Бұл әдісті қолдану арқылы білім алушылар дрондар туралы білімдерін одан әрі тереңдете алады.

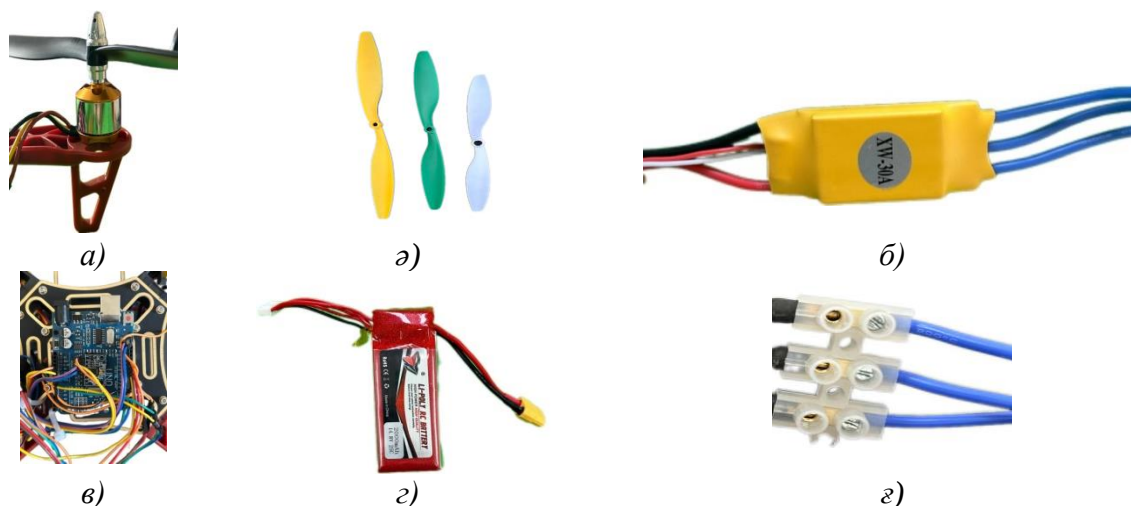
Талдау мен нәтижелер

3D принтинг технологиясы қазіргі өндірістік процестерге революциялық өзгерістер енгізіп, дрондарды әзірлеу саласында ерекше орын алады. STEM (ғылым, технология, инженерия, математика) білім беру тәсілі арқылы 3D принтерлердің мүмкіндіктерін зерттеу, инженерлік шешімдер қабылдау және дрондар жасау процестерін жетілдіру мүмкіндіктері қарастырылады. Дрондарды жасау үшін қолданылатын материалдарды таңдауда физикалық қасиеттерді ескеру маңызды. 3D принтинг үшін пайдаланылатын пластиктер, металдар, немесе композиттік материалдар беріктік, салмақ және икемділік сияқты параметрлер бойынша сарапталады. Ғылымның бұл элементтері дрондардың ұшу сапасы мен жалпы өнімділігіне әсер етеді. 3D принтинг технологиясы дрондарды әзірлеу процесін айтарлықтай жылдамдатады. Бұл әдіс прототип жасаудан бастап, толық функционалды дронға дейінгі аралықты тез өтуге мүмкіндік береді. 3D принтерлердің арқасында дәстүрлі өндіріс әдістеріне қарағанда уақыт пен ресурстарды үнемдеуге болады, сонымен қатар дизайнды оңай өзгертуге және жаңартуға жағдай жасалады.

Дрондарды әзірлеу инженерлік дағдыларды қажет етеді. STEM білім беру тәсілі арқылы білім алушыларға дрондардың аэродинамикалық қасиеттерін, құрылымдық беріктігін және электрондық жүйелерді біріктіру жолдарын үйретеді. 3D принтинг бұл процестерді оңтайландырып, күрделі инженерлік конструкцияларды іске асыруға көмектеседі.

Дрондарды әзірлеу барысында математикалық есептеулер маңызды рөл атқарады. Қозғалтқыштардың қуаттылығы, батареяның ұзаққа жету уақыты және дронның жалпы салмағы сияқты көрсеткіштерді дәл есептеу қажет. 3D принтинг арқылы алынған деректерді қолдана отырып, математикалық модельдер құру және оларды оңтайландыру дронның тиімділігін арттырады.

3D принтердің көмегімен жасалынған дрон бірнеше компоненттерден тұрады (1-сурет).



1-сурет – Дрон құрылымы (а) дронның қозғалтқышы, б) дронның пропеллері, в) жылдамдықты реттегіш, г) Arduino микробақылаушысы, д) аккумулятор, е) жалғаушы клеммалар)

Қозғалтқыш. Дронның қозғалтқышы – бұл ұшу аппаратының ең маңызды компоненттерінің бірі, өйткені ол дронның қозғалысы мен маневр жасауына жауап береді. Қозғалтқыштар дронның ұшуын қамтамасыз ететін негізгі күшті тудырады және оның аэродинамикалық қасиеттерін тиімді пайдалану үшін қажет.

Пропеллер. Дронның пропеллері – оның ең маңызды компоненттерінің бірі, себебі ол ұшу аппаратының ауада қозғалуына және тұрақты ұшуына жауап береді. Пропеллерлер дронға қажетті көтеру күшін қамтамасыз етіп, оның түрлі бағыттарға қозғалуына мүмкіндік береді.

Жылдамдықты реттегіш. Дрондағы жылдамдықты реттегіш (ESC - Electronic Speed Controller) – бұл дронның қозғалтқыштарының айналу жылдамдығын басқаруға арналған электрондық құрылғы. Ол дронның ұшуының тұрақтылығын, маневрлік қасиеттерін және жалпы жұмысын қамтамасыз ететін маңызды компоненттердің бірі.

Arduino микробақылаушысы. Arduino – бұл ашық кодты (open-source) электроника платформасы, ол негізінен микробақылаушыға негізделген. Arduino дрондарда орталық басқару жүйесі ретінде жиі қолданылады. Ол сенсорлар, қозғалтқыштар, жылдамдықты реттегіштер (ESC), және басқа да компоненттерді басқарып, дронның тұрақты ұшуын қамтамасыз етеді.

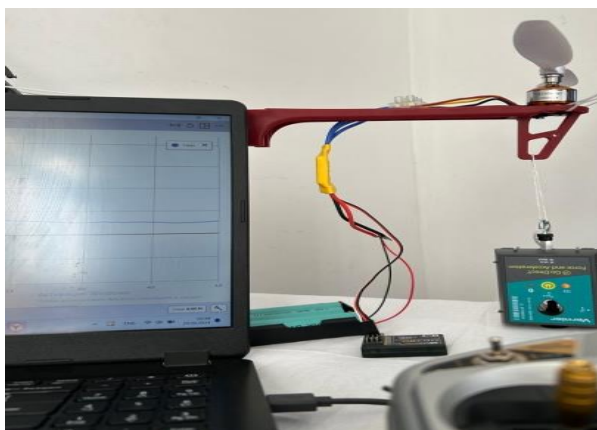
Аккумулятор. Дрондағы аккумулятор – бұл дронның барлық электрондық компоненттерін, соның ішінде қозғалтқыштарды, микробақылаушыны, сенсорларды және басқа құрылғыларды қуатпен қамтамасыз ететін негізгі энергия көзі. Дұрыс таңдалған аккумулятор дронның ұшу уақытына, жүктеме көтеру қабілетіне және жалпы өнімділігіне тікелей әсер етеді.

Жалғаушы клеммалар. Дрондағы жалғаушы клеммалар (connectors) – бұл дронның электрлік компоненттерін, соның ішінде аккумулятор, қозғалтқыштар, жылдамдықты реттегіштер (ESC), микробақылаушы және басқа да электрондық модульдерді бір-бірімен байланыстыру үшін қолданылатын арнайы қосқыштар. Клеммалар электр тізбегінің сенімділігін қамтамасыз етіп, дронның қауіпсіз және тиімді жұмыс істеуін қолдайды.

Көрсетілген қондырғылар дрон жасаудағы маңызды бөліктері болады. 3D принтердің көмегімен және жоғарыда көрсетілген бөліктер арқылы дрон жасадық. Дронды жасау нәтижесінде дронның көтеру күшін оның пропеллеріне тәуелділігін анықтадық. Ең алдымен

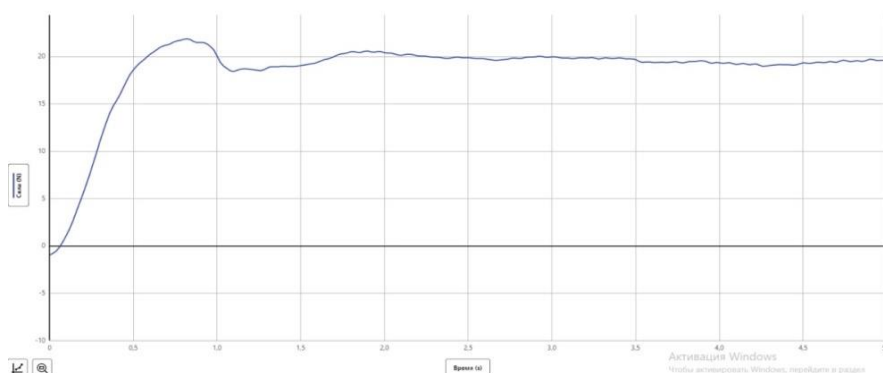
дронның көтеру күшінің оның пропеллеріне тәуелділігіне қатысты мәліметтер алынды. Пропеллердің диаметрі неғұрлым үлкен болса, соғұрлым ол көбірек ауаны қозғалтады және сәйкесінше көбірек көтеру күшін тудырады. Пропеллердің қалақтарының саны неғұрлым көп болса, соғұрлым оның көтеру күші жоғары болады, себебі әр қалақ ауаға қосымша күш түсіреді. Қалақтардың қисаю бұрышы неғұрлым үлкен болса, пропеллер соғұрлым ауаны көп жылжытады және жоғары көтеру күшін жасайды.

Осының нәтижесінде біз жасап шығарған дронның бір пропеллерінің көтеру күшін анықтадық. Қозғалтқыштың айналу жылдамдығының өзгеруі қозғалтқыштың көтеру күшіне қалай әсер ететіндігін зерттеу арқылы көз жеткіздік. Дронға динамометрді жалғау арқылы үш түрлі өлшемдегі пропеллердің көтеру күшін анықтауда есептеу жүргіздік (2-сурет).



2-сурет – Білім алушылардың дронға динамометрді жалғау арқылы үш түрлі өлшемдегі пропеллердің көтеру күшін анықтау үдерісі

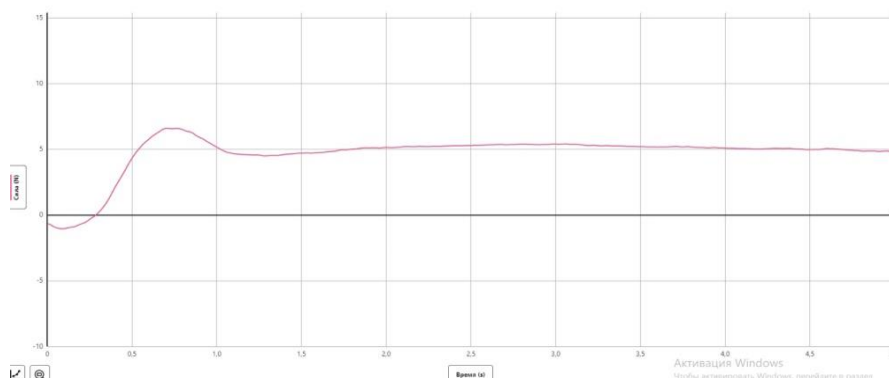
Электронды динамометрмен есептеу нәтижесінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы әр түрлі пропеллерлерде көтеру күшінің өзгергеніні байқаймыз. Сары пропеллердің орнатқанда қозғалтқыштың көтеру күші төмендегі графикте көрсетілген (3-сурет).



3-сурет – Білім алушылардың сары пропеллерді орнатқанда қозғалтқыштың көтеру күшін графикалық көріністе алу үдерісі

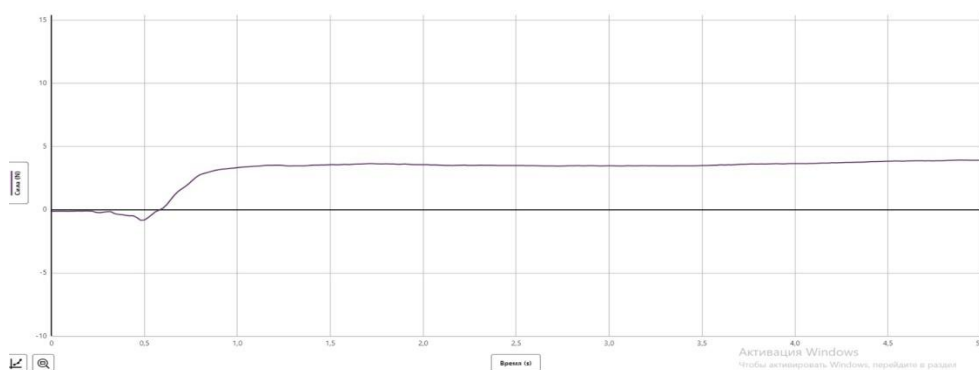
Бұл графикте дронның көтеру күші (ось Y) мен уақыт (ось X) арасындағы байланыс көрсетілген. Графикте дронның пропеллерінің айналу жылдамдығына байланысты көтеру күші қалай өзгередіні бейнеленген.

Графикке назар аударсақ, көтеру күші бастапқы кезеңде жылдам артады, бұл пропеллердің айналу жылдамдығының өсуіне байланысты. Максималды көтеру күшіне жеткен соң, күш біртіндеп тұрақтанады. Бұл тұрақты айналу жылдамдығына жеткендегі дронның тұрақты көтеру күшін көрсетеді. Графикте аздаған тербеліс байқалады, бұл пропеллердің айналу жылдамдығының кішкене өзгерістері немесе сыртқы факторлардың әсерінен болуы мүмкін. Жасыл пропеллердің орнатқанда қозғалтқыштың көтеру күші төмендегі графикте көрсетілген (4-сурет).



4-сурет – Жасыл пропеллерді орнатқанда қозғалтқыштың көтеру күші

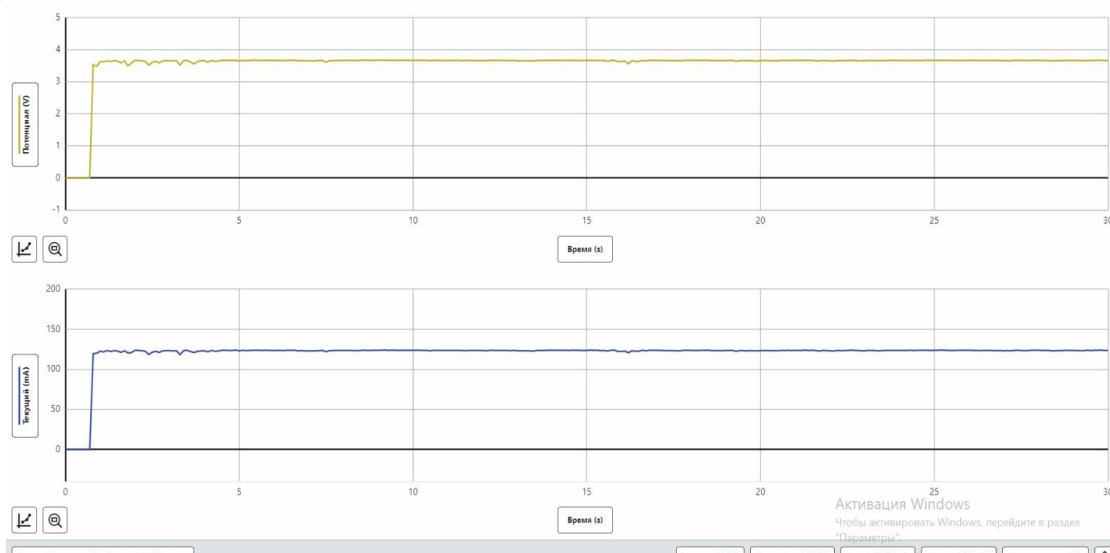
Бұл график дронның көтеру күші (ось Y) мен уақыт (ось X) арасындағы байланысты көрсетеді. Графикте дронның пропеллерінің айналу жылдамдығына байланысты көтеру күші қалай өзгередіні бейнеленген. Графикте бастапқыда көтеру күші біртіндеп өсіп, максималды мәніне жетеді, содан кейін біршама төмендейді де, тұрақтанады. Бұл процесс пропеллердің айналу жылдамдығының артуына және кейінірек тұрақтануына байланысты болуы мүмкін. Яғни, пропеллердің айналу жылдамдығы артқан сайын көтеру күші де артады, бірақ белгілі бір деңгейге жеткеннен кейін, айналу жылдамдығы тұрақтанып, сәйкесінше көтеру күші де тұрақты күйге келеді. Ақ пропеллердің орнатқанда қозғалтқыштың көтеру күші төмендегі графикте көрсетілген (5-сурет).



5-сурет – Ақ пропеллерді орнатқанда қозғалтқыштың көтеру күші

Бұл график алдыңғы графиктермен салыстырғанда көтеру күшінің төмендеуін көрсетеді. Бұл пропеллердің айналу жылдамдығының төмендеуімен немесе қозғалтқыштың төмен қуатта жұмыс істеуімен байланысты болуы мүмкін. Графиктің тұрақты сипатта болуы, дронның белгілі бір жағдайға бейімделгенін және көтеру күшін тұрақты түрде сақтап тұрғанын көрсетеді.

Дронның вольт-амперлік сипаттамасы (V-A сипаттамасы) деп, дронның электрлік компоненттерінің, әсіресе қозғалтқыштарының, кернеу (вольт) мен ток күші (ампер) арасындағы байланысты анықтайтын сипаттамасы айтылады. Бұл сипаттама дронның электрлік жүйесінің жұмысына қатысты маңызды мәліметтерді алуға мүмкіндік береді. Біздің білім алушылармен бірге жасаған дронның вольт-амперлік сипаттамасы 6-суретте келтірілген.



6-сурет – Дронның вольт-амперлік сипаттамасы

Жоғарғы график (Сары түсті): Бұл графикте кернеу (вольт) уақытқа байланысты қалай өзгеретіні көрсетілген. Графикке қарағанда, кернеу алғашқы кезеңде жылдам өседі және тұрақты күйге жетеді. Бұл кернеудің тұрақты режимде шамамен 4 Вольтқа жеткенін көрсетеді. Төменгі график (Көк түсті): Бұл графикте ток күші (ампер) уақытқа байланысты қалай өзгеретіні көрсетілген. Мұнда да ток күші алғашқы кезеңде тез артып, содан кейін шамамен 100 Амперге жетіп, тұрақты күйге келеді.



7-сурет – Білім алушылардың дронның көтеру күшін есептеу барысы

Екі график те тұрақтанған күйде болғандықтан, бұл дронның электрлік жүйесі белгілі бір уақыттан кейін тұрақты жұмыс істеп тұрғанын көрсетеді. Бұл жағдайда кернеу шамамен 4 Вольт, ал ток күші шамамен 100 Ампер. Тұрақты күйдегі дронның қуат тұтынуын есептеуге болады: $P = V \times I = 4 \text{ Вольт} \times 100 \text{ Ампер} = 400 \text{ Ватт}$. Бұл дронның қаншалықты қуатты жұмыс істейтінін көрсетеді. Ток күші мен кернеудің тұрақты күйге келуі дронның электрлік жүктемесінің тұрақты екенін, яғни дронның ұзақ уақыт бойы осы жүктемеде жұмыс істей алатынын көрсетеді. Келесі қадам дронның көтеру күшін анықтау. Дронның көтеру күшін есептеу барысы 7-суретте көрсетілген.

Дронның көтеру күші (ось Y) мен уақыт (ось X) арасындағы байланыс көрсетілген. Графикке сүйенсек, көтеру күші бастапқыда күрт артып, шамамен 1 секундқа жақындаған кезде максималды мәнге жетеді, содан кейін тұрақтанады. Графиктің алғашқы бөлігінде көтеру күші күрт артады, бұл дронның пропеллерлерінің айналу жылдамдығының тез артуына сәйкес келеді. Бұл кезеңде дронның қозғалтқыштары максималды күшпен жұмыс істеп, қажетті көтеру күшін жасауға тырысады. 1 секундтан кейін көтеру күші шамамен 20 Ньютонға жетеді және осы мәнде тұрақтанады. Бұл дронның тұрақты ұшу режиміне жеткенін және осы уақытта тұрақты көтеру күшін ұстап тұра алатынын көрсетеді. Графикте аздаған тербелістер байқалады, бірақ жалпы көтеру күші тұрақты болып қалады. Бұл шағын ауытқулар дронның қозғалтқыштары немесе сыртқы факторлар әсерінен болуы мүмкін.

Сонымен қатар қозғалтқыштың қуатына тәуелділігін анықтадық. Жоғарыда көрсетілген вольт-амперлік сипаттама арқылы оның қуатын анықтауда есептеу жүргіздік. Дронның қозғалтқышының қуаты шамамен 400 Ватт құрайды. Бұл қуат деңгейі дронның қозғалуы үшін және оның белгілі бір жүктемені көтеру қабілетін қамтамасыз ету үшін жеткілікті. Осы қуаттың нәтижесінде біз мынадай қорытындылар жасай аламыз:

- 400 Ватт қуат дронның жеңіл жүктемелерді көтеруіне жеткілікті. Бұл жүктемелерге камералар, сенсорлар немесе басқа да шағын жабдықтар кіруі мүмкін.
- Дронның ұшу уақыты оның батарея сыйымдылығына және жүктеме жағдайына байланысты болады. 400 Ватт қуат дронға орташа ұзақтықтағы ұшулар жасауға мүмкіндік береді. Алайда, максималды жүктеме кезінде ұшу уақыты айтарлықтай қысқаруы мүмкін.
- Бұл дронды жоғары сапалы аэрофототүсірілім жасау үшін пайдалануға болады. 400 Ватт қуат орташа камераны немесе басқа да бейнежазба жабдықтарын көтеруге жеткілікті.
- 400 Ватт қуат дронның тиімді жұмыс істеуі үшін жеткілікті. Оны жүктемелерді тиімді басқару арқылы ұшу уақытын және тұрақтылығын арттыруға болады.

Қорытындылай келе, 3D принтердің көмегімен дрон жасау шығармашылық және техникалық дағдыларды дамытуда маңызды рөл атқаратындығын айтып өткен жөн.

Дрондарды әзірлеу және оларды қолдану студенттердің шығармашылық, инженерлік және проблемаларды шешу дағдыларын дамытады. Студенттер нақты мәселелерді шешу барысында командалық жұмысты үйреніп, коммуникациялық және жобалау құзыреттіліктерін жетілдіреді. Дрондар жасау үдерісі STEM элементтерін (Science, Technology, Engineering, Mathematics) қамтиды, бұл болашақ мамандарды ғылыми-техникалық бағытта даярлауға үлкен үлес қосады. Олар бір уақытта физика, математика және бағдарламалау салалары бойынша білімдерін кеңейтіп, бұл білімді практикада қолдануды үйренеді.

Зерттеулер нәтижесі студенттердің дрондардың құрылымын түсініп, оларды өз бетімен құрастыру және жинау дағдыларын дамытты. Олар дрондардың электроникасы, электр моторлары, сенсорлары және басқа да компоненттерімен жұмыс істеуді үйренді. Бұл оларға инженерлік дағдыларын дамытуға мүмкіндік берді.

Қорытынды

Зерттеу барысында дрондарды әзірлеу және дамыту процестерін 3D принтерлердің көмегімен жүргізу тиімділігін қарастырдық. Нәтижелер көрсеткендей, 3D басып шығару технологиясы дәстүрлі өндіріс әдістеріне қарағанда бірқатар маңызды артықшылықтарға ие, бұл оны дрондарды әзірлеуде инновациялық шешім ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Дрондарды бағдарламалау және басқару арқылы студенттер өздерінің алгоритмдік ойлау және код жазу қабілеттерін жетілдірді. Олардың дрондарды автономды басқаруға және миссияларды орындауға арналған бағдарламалар жазу дағдылары дамыды.

Зерттеу 3D басып шығару технологиясының дрондарды әзірлеуде үлкен әлеуеті бар екенін дәлелдеді. Бұл технология өндіріс процесін жылдамдатып, шығындарды азайтуға, дизайндағы икемділікті арттыруға және жоғары сапалы өнім шығаруға мүмкіндік береді. Сондықтан, 3D принтерлерді дрондарды өндіруде қолдану дрон өнеркәсібінің болашағына маңызды ықпал ететінін көрсетті. Дрондарды әзірлеу жобалық оқыту арқылы жүзеге асырылатындықтан, студенттер өздерінің шығармашылық және инновациялық ойлау қабілеттерін көрсетеді. Оқытудың бұл тәсілі оларға жобалау және конструкциялық шешімдерді табу жолдарын үйренуге көмектеседі.

Қорытындылай келе, болашақ мамандарды оқу үдерісінде дрондарды әзірлеуге даярлау — заманауи білім беру жүйесіндегі маңызды қадамдардың бірі. Бұл үдеріс студенттердің техникалық дағдыларын, бағдарламалау және инженерлік қабілеттерін, сонымен қатар шығармашылық және инновациялық ойлауын дамытуға үлкен үлес қосады. Дрондарды әзірлеу арқылы студенттер алған теориялық білімдерін практикада қолдануға, нақты өмірлік мәселелерді шешуге, және STEM саласындағы құзыреттіліктерін жетілдіруге мүмкіндік алады. Жобалық оқыту және практикалық тапсырмалар студенттердің командалық жұмыс қабілеттерін және көшбасшылық қасиеттерін қалыптастырады.

Осындай даярлық болашақ мамандарды еңбек нарығында бәсекеге қабілетті етеді және олардың әртүрлі салалардағы, мысалы, ауыл шаруашылығы, құрылыс, логистика және экология, технологияларды қолдану мүмкіндіктерін арттырады. Осылайша, дрондарды әзірлеуді оқыту болашақ инженерлік және техникалық мамандардың кәсіби құзыреттіліктерін, инновациялық әлеуетін және еңбек нарығындағы сұранысқа сай дағдыларын дамытудың тиімді әдісі болып табылады.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті тарапынан қаржыландырылды (грант №AP22784343).

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Mohd Daud S.M.S., Mohd Yusof M.Y.P., Heo C.C., Khoo L.S., Chainchel Singh M.K., Mahmood M.S., Nawawi H. Applications of drone in disaster management: A scoping review // Science and Justice. – 2022. – Vol. 62, №1. – P. 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.11.002>
2. Rejeb A., Abdollahi A., Rejeb K., Treiblmaier H. Drones in agriculture: A review and bibliometric analysis // Computers and Electronics in Agriculture. – 2022. – Vol. 196. – Art. 107017. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107017>
3. Raivi A. M., Huda S. M. A., Alam M. M., Moh S. Drone Routing for Drone-Based Delivery Systems: A Review of Trajectory Planning, Charging, and Security // Sensors. – 2023. – Vol. 23, №3. – Art. 1463. <https://doi.org/10.3390/s23031463>
4. Alwateer M., Loke S.W., Fernando N. Enabling drone services: Drone crowdsourcing and drone scripting // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 110035–110049. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2933234>
5. Choi H.W., Kim H.J., Kim S.K., Na W.S. An Overview of Drone Applications in the Construction Industry // Drones. – 2023. – Vol. 7, №8. – Art. 515. <https://doi.org/10.3390/drones7080515>

6. Nwaogu J. M., Yang Y., Chan A. P. C., Chi H. lin. Application of drones in the architecture, engineering, and construction (AEC) industry // Automation in Construction. – 2023. – Vol. 151. – Art. 104827. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104827>
7. Zhang J., Campbell J. F., Sweeney D. C., Hupman A. C. Energy consumption models for delivery drones: A comparison and assessment // Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2021. – Vol. 90. – Art. 102668. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102668>
8. Valente J., Kooistra L. MOOC drones for agriculture: The making-of // IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2020 April. – P. 1692–1695. – IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125309>
9. Shvetsov A. V., Alsamhi S. H., Hawbani A., Kumar S., Srivastava S., Agarwal S., Nashwan F. M. A. Federated Learning Meets Intelligence Reflection Surface in Drones for Enabling 6G Networks: Challenges and Opportunities // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 130860–130887. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3323399>
10. Chu H. Drones in Education: A Critical Review // Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT). – 2021. – Vol. 12, №11. – P. 1722–1727. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i11.6107>