

---

---

**Инновациялық технология және авиациялық техника**  
**Инновационные технологии и авиационная техника**  
**Innovative technology and aviation technics**

---

---

DOI 10.53364/24138614\_2021\_23\_4\_8

УДК 528.71

<sup>1</sup>Ожигина С.Б., <sup>2</sup>Шпаков П.С., <sup>3</sup>Долгоносков В.Н., <sup>4</sup>Жамантай А.Б., <sup>5</sup>Абулкаликова М.Е.

<sup>1,3,4,5</sup>Карагандинский технический университет, г. Караганда, РК,

<sup>2</sup>Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия.

<sup>1</sup>E-mail: [osb66@mail.ru](mailto:osb66@mail.ru)

<sup>2</sup>E-mail: [spsp01@rambler.ru](mailto:spsp01@rambler.ru)

<sup>3</sup>E-mail: [vnd070765@mail.ru](mailto:vnd070765@mail.ru)

<sup>4</sup>E-mail: [aslan-99.kar.kz@mail.ru](mailto:aslan-99.kar.kz@mail.ru)

<sup>5</sup>E-mail: [ame\\_777@mail.ru](mailto:ame_777@mail.ru)

**АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ В ОБЛАСТИ ГЕОДЕЗИИ И КАДАСТРА**

**ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ КАДАСТР САЛАСЫНДАҒЫ ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ  
АППАРАТТАРЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ ДАМУЫН ТАЛДАУ**

**TECHNOLOGY DEVELOPMENT ANALYSIS UNMANNED AIRCRAFT  
IN THE FIELD OF GEODESY AND INVENTORY**

**Аннотация.** В работе приведены работы, результаты и технологии, доказывающие эффективность применения беспилотных летательных аппаратов в области геодезических изысканий, топографических, кадастровых и земельных работ.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, геодезические изыскания, цифровая модель местности, ортофотоплан, ситуация рельефа.

**Аңдатпа.** Жұмыста геодезиялық зерттеулер, топографиялық, кадастрлық және жер жұмыстары саласында ұшқышсыз ұшатын аппараттарды қолданудың тиімділігін дәлелдейтін жұмыстар, нәтижелер мен технологиялар берілген.

**Түйін сөздер:** ұшқышсыз ұшу аппараты, геодезиялық зерттеулер, жер бедерінің цифрлық моделі, ортофотокарта, рельефтік жағдай.

**Abstract.** The paper presents works, results and technologies that prove the effectiveness of the use of unmanned aerial vehicles in the field of geodetic surveys, topographic, cadastral and land works.

**Key words:** unmanned aerial vehicle, geodetic surveys, digital terrain model, orthophotomap, relief situation.

## Введение

Развитие современных технологий и автоматизация производственных процессов приводит нас к повсеместной цифровизации привычных видов деятельности. Традиционные методы всё чаще не отвечают современным требованиям рынка труда, это вынуждает специалистов искать новые пути решения поставленных задач. Таким образом, за последние несколько лет на рынке геодезических услуг становятся, всё более востребованы беспилотные летательные аппараты. Использование беспилотных летательных аппаратов положительно сказывается на цифровом и технологическом развитии всей деятельности в целом [1].

По сравнению с традиционными методами геодезических измерений БПЛА являются на данный момент самым актуальным способом получения геодезической информации. Всё более востребованы получаемые с беспилотных летательных аппаратов данные в кадастровой и геодезической деятельности, несмотря на то, что в этих направлениях используются данные космических съёмок. На данный момент эти методы не столь актуальны. Это объясняется грубой точностью получаемых космических снимков, погрешность которых может достигать десятков метров, данное ограничение сильно уменьшает потенциал космической съёмки и сужает спектр выполняемых задач. Космическая съёмка имеет ряд других недостатков, к которым можно отнести строго ограниченный период во времени съёмки, климатические, сезонные факторы, которые критично сказываются на результатах работ.

В свою очередь использование беспилотных летательных аппаратов, несмотря на достаточно высокую стоимость оборудования и программного обеспечения остается самым востребованным при выполнении аэрофотосъёмки. Одним из самых важных достоинств беспилотной аэрофотосъёмки является её разрешение, поскольку беспилотный летательный аппарат может выполнять полёт на достаточно низкой высоте, что позволяет получать очень высокое качество фотографического материала (Рис.1). Именно высокое качество позволяет с высокой точностью отображать особенности рельефа местности при проведении беспилотной аэрофотосъёмки. [2].

## Преимущества БПЛА

По сравнению с работой, выполняемой на основе космических снимков беспилотная аэрофотосъёмка отличается, большей оперативностью работ, поскольку занимает от нескольких часов до нескольких дней в зависимости от размера потенциального объекта. Использование БПЛА для выполнения аэрофотосъёмки является экологически безопасным.



Рисунок 1 – Снимок высокого качества с борта БПЛА

Благодаря широкому спектру оборудования и программного обеспечения экономическая целесообразность использования БПЛА достаточно высока, на рынке представлены модели с возможностью полёта от нескольких десятков гектар так и до тысячи гектар и более за один полёт.

Беспилотные летательные аппараты подразделяются на несколько категорий. По типу их строения выделяют самолётный тип (Рис.2) и мультикоптерный тип (Рис.3).



**Рисунок 2 – БПЛА типа «крыло»**



**Рисунок 3 – БПЛА типа мультикоптер**

Самолётные беспилотные летательные аппараты используются для охвата больших территорий и выполнение площадных съёмок местности, а также для мониторинга протяжённых линейных объектов, трасс, трубопроводов [3].

Беспилотные летательные аппараты мультикоптерного типа благодаря большей манёвренности и возможности прямого управления зачастую задействуются в съёмках небольших территорий при достаточно сложных ситуациях рельефа местности или при детальной съёмке конкретных объектов, зданий, сооружений.

Основными характеристиками беспилотного летательного аппарата является его дальность полёта, радиус возможного полёта, его максимальная взлётная масса, грузоподъёмность и назначение.

На сегодняшний день рынок беспилотных летательных аппаратов имеет крайне широкий спектр предоставляемого оборудования, но для выполнения геодезических и кадастровых работ экономическую целесообразность имеют применение летательных аппаратов типа «крыло» и мультикоптер со взлетной массой, не превышающей 30 кг.

Не стоит забывать о том, что выбор беспилотного летательного аппарата очень сильно зависит от поставленной задачи, от характера и протяжённости самой местности и объектов, расположенных на ней [4,5,6].

### Анализ использования БПЛА на рынке РК

Основным критерием развития технологии БПЛА на рынке геодезических и кадастровых услуг является процентный рост применения БПЛА в рамках данных областей. Сложность определения данной величины заключается в отсутствии статистических данных по данной категории, поскольку она считается достаточно специализированной. Учитывая данный факт, нами проанализированы данные «Бюро национальной статистики агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан»[7] и определены величины по общему росту коммерческих приобретений беспилотных летательных аппаратов на территории РК за последние 5 лет и составлен график роста использования БПЛА (Рис.4).



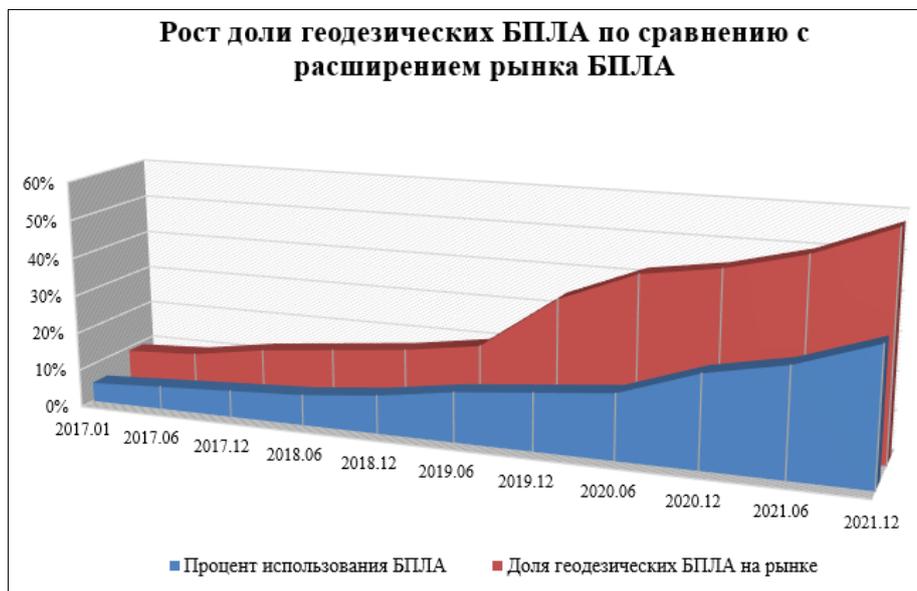
Рисунок 4 – Процентный рост использования БПЛА с января 2017 г.

Анализ статистических данных показал, что рост технологий БПЛА в общем рынке товаров увеличился на 58% по сравнению с началом 2017 года.

Для того чтобы определить процентный рост использования БПЛА в геодезии и кадастре были использованы статистические данные «Федеральной службы государственной

статистики РФ» [8], так как более 95% поставщиков БПЛА применяемых в геодезии являются российскими.

Проанализировав данные за 5-ти летний период по доли геодезических БПЛА в общем рынке беспилотных летательных аппаратов был составлен график роста доли геодезических БПЛА по сравнению с расширением общего рынка БПЛА (рис. 5).



**Рисунок 5** – Процентный рост доли геодезических БПЛА с января 2017 г.

Увеличение доли геодезического оборудования на рынке БПЛА в период с 2017 года по 2021 год составил более 30%, учитывая общий рост и развития рынка БПЛА в целом. Проанализировав данные о занимаемой доле в секторе БПЛА был построен график роста использования БПЛА в Геодезии и кадастре (рис.6).



**Рисунок 6** – Процентный рост использования БПЛА в Геодезии и кадастре с января 2017 г.

Данный рост в период за 5 лет составил 55%, что характерно общему росту развития сектора БПЛА. Данный анализ свидетельствует об активном росте и развитии беспилотных

летательных аппаратов не только как общего сектора технологий, но и как активно используемого оборудования в таких технических дисциплинах как Геодезия и кадастр.

### Вывод

Несмотря на то что беспилотные летательные аппараты появились несколько лет назад на геодезической рынке, уже сейчас они являются одним из самых востребованных методов проведения геодезических измерений несмотря на их дороговизну и частичную ненадежность в эксплуатации результаты, которые позволяет получать беспилотная аэрофотосъемка перекрывают любые минусы и технические недочеты данной технологии.

На данный момент беспилотные летательные аппараты заняли свою нишу на геодезическом рынке, а потенциальное развитие данной технологии может обеспечить активное её использовании на протяжении многих десятков лет в будущем. Таким образом, беспилотная аэрофотосъемка уже сейчас становится доминирующим типом услуг на рынке выполнения кадастра и геодезии.

### Список использованных источников

1. Атакишев О.И., Алтухов А.И., Гнусарев Н.В., Емельянов С.Г., Коршунов Д.С. К вопросу учета условий освещенности при съемке космических объектов фотографическими средствами // Известия ЮгоЗападного государственного университета, 2012. – № 3–1 (42). – С. 58–62.

2. Гнусарев Н.В. Геодезическое и баллистическое обеспечение космических систем дистанционного зондирования Земли: учебное пособие. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2008. – 220 с.

3. Моисеев В.С. Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами: Монография. – Казань: ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», 2013. – 768 с.

4. Митник Л.М., Хазанова Е.С. Дистанционное зондирование водосбора озера Ханка из космоса // Трансграничное озеро Ханка: причины повышения уровня воды и экологические угрозы. Дальневосточная конференция с международным участием. – Владивосток: Издательство Дальнаука, 2016. – 284 с.

5. Кенбай А.А., Болегенова С.А., Исатаев М.С., Туякбаев А.А., Нурулин Р.И. Бесконтактный метод измерения температуры. Вестник Академии гражданской авиации. 2021. № 3 (22). С. 101-105.

6. Т.В. Солонцова, М.Ю. Казанцева, Логистика в гражданской авиации и космонавтике: науч.статья 3 стр.

7. Режим доступа: <https://stat.gov.kz/official/industry/18/statistic/7>

8. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189>

### References

1. Atakişev O.İ., Altuhov A.İ., Gnusarev N.V., Emelänov S.G., Korşunov D.S. K voprosu ucheta uslovi osveşennosti pri semke kosmicheskikh obektov fotograficheskimi sredstvami // İzvestia İugoZapadnogo gosudarstvennogo universiteta, 2012. – № 3–1 (42). – S. 58–62.

2. Gnusarev N.V. Geodezicheskoe i ballisticheskoe obespechenie kosmicheskikh sistem distansionnogo zondirovania Zemli: uchebnoe posobie. – SPb.: VKA im. A.F. Mojaiskogo, 2008. – 220 s.

3. Moiseev V.S. Prikladnaia teoria upravlenia bespilotnymi letatelnyimi apparatami: Monografia. – Kazän: GBU «Respublikanski sentr monitoriña kachestva obrazovania», 2013. – 768 s.

4. Mitnik L.M., Hazanova E.S. Distansionnoe zondirovanie vodosbora ozera Hanka iz kosmosa // Transgranichnoe ozero Hanka: prichiny povyšenia urovnä vody i ekologicheskie ugrozy.

Dälnevoſtochnaia konferensia s mejdunarodnym uchastiem. – Vladivostok: İzdatelstvo Däl nauka, 2016. – 284 s.

5. Kenbai A.A., Bolegenova S.A., İſataev M.S., Tuiakbaev A.A., Nurulin R.İ. Beskontaktnyi metod izmerenia temperatury. Vestnik Akademii grajdanskoj aviasii. 2021. № 3 (22). S. 101-105.

6. T.V. Solonsova, M.İu. Kazanseva, Logistika v grajdanskoj aviasii i kosmonavtike: nauch.statä 3 str.

7. Rejim dostupa: <https://stat.gov.kz/official/industry/18/statistic/7>

8. Rejim dostupa: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189>

DOI 10.53364/24138614\_2021\_23\_4\_14

УДК 531.383

А. И. Кобрин<sup>1</sup>, В.В. Подалков<sup>2</sup>, К.Б. Алдамжаров<sup>3</sup>, С.Ж. Карипбаев<sup>4</sup>,  
К.З. Сартаев<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Московский энергетический институт, г. Москва, РФ,

<sup>3,4</sup>Академия гражданской авиации, г. Алматы, РК.

<sup>5</sup>Екибастузский инженерно-технический институт имени К. Сатпаева,  
г. Екибастуз, РК.

<sup>1</sup>E-mail: [KobrinAI@mpei.ru](mailto:KobrinAI@mpei.ru)

<sup>2</sup>E-mail: [PodalkovVV@mpei.ru](mailto:PodalkovVV@mpei.ru)\*

<sup>3</sup>E-mail: [kazbek\\_a47@mail.ru](mailto:kazbek_a47@mail.ru)

<sup>4</sup>E-mail: [kczh.1957@mail.ru](mailto:kczh.1957@mail.ru)

## ВЛИЯНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ГАРМОНИЧЕСКИХ МОМЕНТОВ НА ДИНАМИКУ ШАРОВОГО ГИРОСКОПА, СНАБЖЕННОГО СИНХРОННЫМ ГИСТЕРЕЗИСНЫМ ГИРОДВИГАТЕЛЕМ

### ГАРМОНИКАЛЫҚ МОМЕНТТЕРДІҢ СИНХРОНДЫ ГИСТЕРЕЗИС ГИРО ҚОЗҒАЛТҚЫШЫМЕН ЖАБДЫҚТАЛҒАН ШАР ГИРОСКОПЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫНА ӘСЕРІ

### INFLUENCE OF DISTURBING HARMONIC MOMENTS ON THE DYNAMICS OF A BALL GYROSCOPE EQUIPPED WITH A SYNCHRONOUS HYSTERESIS GYRO MOTOR

**Аннотация.** Для шарового гироскопа показано, что взаимодействие несбалансированности ротора и первой гармонической составляющей возмущающего момента двигателя является причиной ухода, который зависит от фазового угла вращающегося магнитного поля электродвигателя. Частота возмущения кратна частоте вращений ротора. Рассмотрено влияние на динамику гироскопа также синхронного и асинхронного составляющих момента электромагнитных сил. Из выражений уходов видно, что среднее по фазовому углу  $\theta$  вращающегося магнитного поля статора значение ухода может обратиться в ноль, что совпадают с рекомендациями, предложенными предыдущими авторами. Приведены количественные оценки погрешностей шарового гироскопа.