

**КОМБИНИРОВАННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ
COMBINEDTRANSPORTUNMANNEDAERIALVEHICLE**

Афоничев Д.Н., д.т.н., профессор

Васильев В.В., к.т.н. доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет

имени императора Петра I»

г. Воронеж, Россия

dmafonichev@yandex.ru

Afonichev D.N., Doctor of Technical Sciences, Professor

Vasiliev V.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

FSBEI HE «Voronezh State Agrarian University

named after Emperor Peter the Great»

Voronezh, Russian Federation

Аннотация: Представлена конструкция комбинированного транспортно-го беспилотного летательного аппарата и дано описание его работы при транспортировке грузов. Представленный комбинированный транспортный беспилотный летательный аппарат может эффективно использоваться в горных условиях для транспортировки лесоматериалов ценных пород древесины, доставки грузов в труднодоступные горные места, выполнения транспортных и строительно-монтажных работ в сложных и стесненных условиях, при обслуживании высотных сооружений, для перемещения грузов между кораблями в море и обслуживания высотных элементов кораблей.

Summary: The design of a combined transport unmanned aerial vehicle is presented and description of its operation during cargo transportation is given. The presented combined transport unmanned aerial vehicle can be effectively used in mountainous conditions for transporting timber of valuable wood species, delivering goods to difficult mountainous locations, performing transport and construction and installation work in difficult and cramped conditions, when servicing high-altitude structures, for moving goods between ships in sea and maintenance of high-altitude elements of ships.

Ключевые слова: комбинированный транспортный беспилотный летательный аппарат, кольцевая рама, грузозахватная стропа, Г-образная тяга, блок управления, оператор, сигнал.

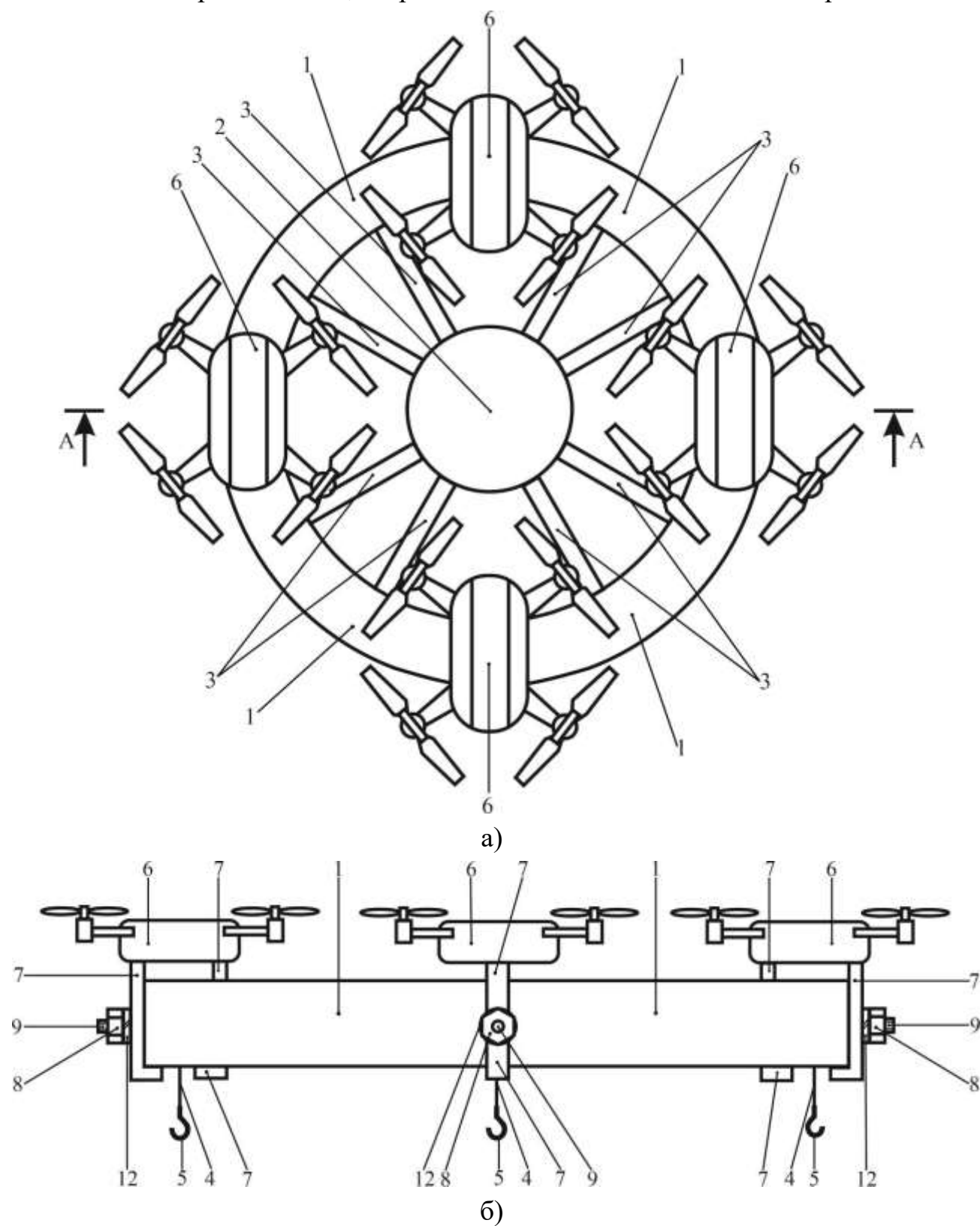
Keywords: combined transport unmanned aerial vehicle, ring frame, lifting lines, L-shaped thrust, control unit, operator, signal.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят широкое применение в различных отраслях экономики [1-6]. Наиболее целесообразно их использование в условиях, где применение наземных технических средств невозможно, опасно, или сопряжено с высоким риском. Так как оператор БПЛА осуществляет управление аппаратом дистанционно, то риск для оператора при работе БПЛА в опасных условиях практически исключается.

Предложен комбинированный транспортный БПЛА [7]. Его конструкция приведена на рисунках 1 и 2. Комбинированный транспортный БПЛА включает кольцевую раму 1, внутри которой расположен блок управления 2, соединенный с кольцевой рамой 1 горизонтальными спицами 3, на нижней поверхности кольцевой рамы 1 закреплены грузозахватные стропы 4, оснащенные на свободных концах грузозахватными крюками 5; БПЛА6, расположенные над верхней поверхностью кольцевой рамы 1 и оснащенные парами вертикальных Г-образных тяг 7, закрепленных к БПЛА6 длинными сторонами. Вертикальные Г-образные тяги 7 каждого БПЛА6 направлены короткими сторонами друг к другу и прижаты длинными сторонами к внешней боковой и внутренней боковой поверхностям кольцевой рамы 1 гайками 8, накрученными на резьбовые концы шпильки 9, проходящей через горизонтальное радиальное отверстие 10 кольцевой рамы 1 и отверстия 11, выполненные на длинных сторонах вертикальных Г-образных тяг 7, таким образом, что короткие стороны вертикальных Г-образных тяг 7 прижаты к нижней поверхности кольцевой рамы 1. На шпильке 9 между гайками 8 и длинными сторонами вертикальных Г-образных тяг 7 установлены пружинные шайбы 12.

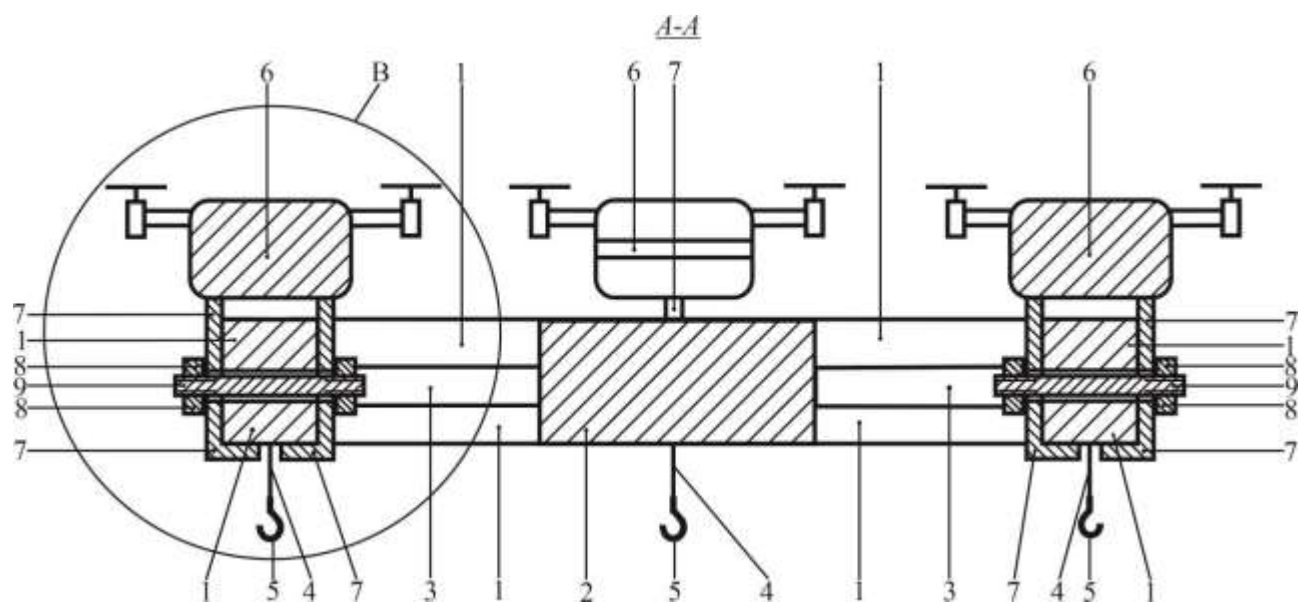
Комбинированный транспортный БПЛА работает следующим образом. Сначала выполняется его сборка. На кольцевую раму 1, на нижней поверхности которой закреплены грузозахватные стропы 4, оснащенные на свободных концах грузозахватными крюками 5, устанавливается блок управления 2 и соединяется с кольцевой рамой горизонтальными спицами 3. Сверху на кольцевую раму 1 над горизонтальными радиальными отверстиями 10 монтируются БПЛА6 (2, 4 или 6 шт.) в зависимости от требуемой грузоподъемности комби-

нированного транспортного БПЛА. При этом БПЛА6 оборудованы парами вертикальных Г-образных тяг 7, закрепленных к БПЛА6 длинными сторонами.



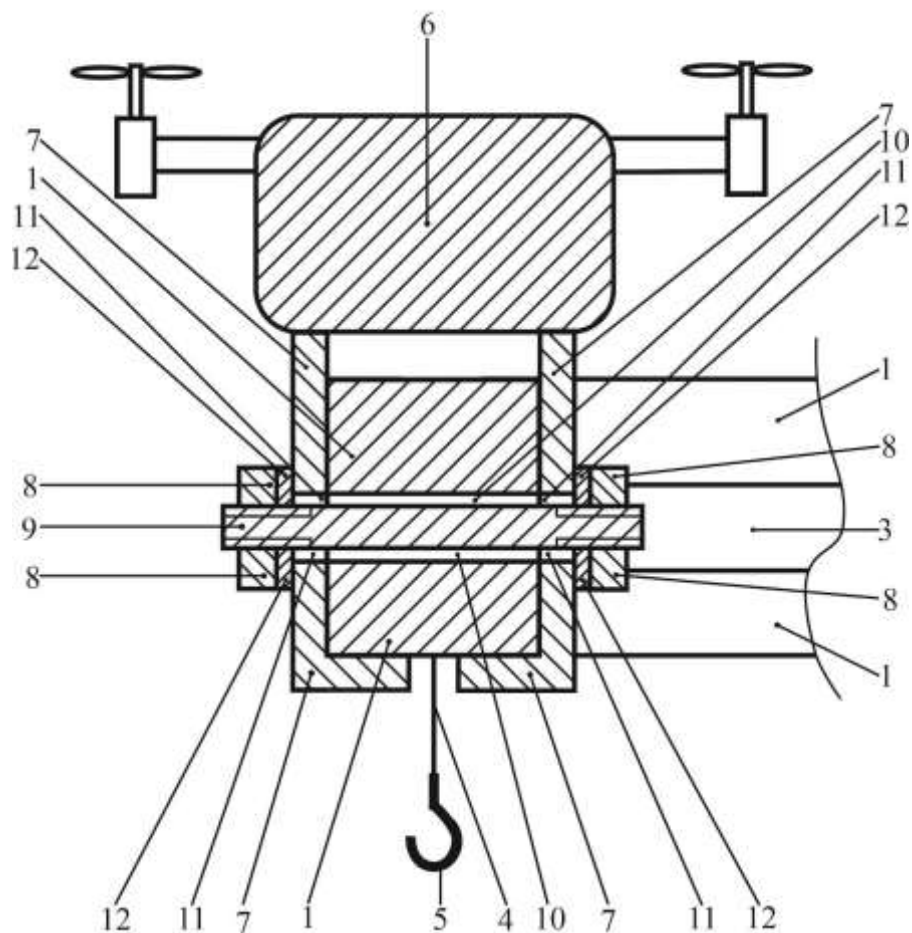
а – вид сверху; б – вид с внешней боковой поверхности кольцевой рамы

Рисунок 1 – Комбинированный транспортный БПЛА



а)

Б



б)

а – разрез А–А на рисунке 1, а; б – Узел Б

Рисунок 2 – Конструкция комбинированного транспортного БПЛА

Отверстия 11, выполненные на длинных сторонах вертикальных Г-образных тяг 7, совмещаются с горизонтальными радиальными отверстиями

10кольцевой рамы 1, и в них вставляются шпильки 9, так, чтобы резьбовые концы шпилек 9 выходили за отверстия 11, выполненные на длинных сторонах вертикальных Г-образных тяг 7. На резьбовые концы шпилек 9 к длинным сторонам вертикальных Г-образных тяг 7 устанавливают пружинные шайбы 12 и закручивают гайки 8. Пружинные шайбы 12 препятствуют самораскручиванию гаек 8 под действием внешних нагрузок. После закрепления всех БПЛА6 к кольцевой раме 1 оператор подает сигнал на взлет. Блок управления 2 выдает управляющие сигналы соответствующим исполнительным устройствам. Комбинированный транспортный БПЛА взлетает и направляется сигналом к месту хранения транспортируемого груза. При достижении места хранения груза оператор подает сигнал на снижение и блок управления 2 выдает управляющие сигналы соответствующим исполнительным устройствам. Комбинированный транспортный БПЛА опускается на высоту, обеспечивающую зацепление груза грузозахватными крюками 6. Выполняется зацепление груза грузозахватными крюками 6. Оператор подает сигнал на взлет и блок управления 2 выдает управляющие сигналы соответствующим исполнительным устройствам. Комбинированный транспортный БПЛА взлетает на требуемую высоту и направляется сигналом к месту доставки груза. По прибытии к месту доставки груза оператор подает сигнал на снижение и блок управления 2 выдает управляющие сигналы соответствующим исполнительным устройствам. Комбинированный транспортный БПЛА снижается на высоту, обеспечивающую снятие груза с грузозахватных крюков 6. Снимается груз с грузозахватных крюков 6. Оператор подает сигнал на взлет и блок управления 2 выдает управляющие сигналы соответствующим исполнительным устройствам. Комбинированный транспортный БПЛА взлетает на требуемую высоту и направляется сигналом к месту назначения.

При необходимости комбинированный транспортный БПЛА может быть разобран для его транспортировки на другой объект или на предприятие, осуществляющее техническое обслуживание и ремонт.

Представленный комбинированный транспортный БПЛА может эффективно использоваться в горных условиях для транспортировки лесоматериалов ценных пород древесины, доставки грузов в труднодоступные горные места, выполнения транспортных и строительно-монтажных работ в сложных и стесненных условиях, при обслуживании высотных сооружений, для перемещения грузов между кораблями в море и обслуживания высотных элементов кораблей.

Список литературы

1. Васильев, В.В. Внедрение беспилотных летательных аппаратов с искусственным интеллектом в электроэнергетическую отрасль / В.В. Васильев, Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК: материалы международной научно-практической конференции; Воронеж, 25 февраля 2022 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. – Ч. II. – С. 19-26.

2. Васильев, В.В. Использование беспилотных летательных аппаратов с искусственным интеллектом на первоначальном сплаве лесоматериалов / В.В. Васильев, Д.Н. Афоничев // Современный лесной комплекс страны: проблемы и тренды развития: материалы всероссийской научно-практической конференции; Воронеж, 7 октября 2022 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 2022. – С. 149-156. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2022/sovremennyj-lesnoj-kompleks-strany-problemy-i-trendy-razvitiya> (дата обращения: 20.03.2025).

3. Васильев, В.В. Применение беспилотных летательных аппаратов с искусственным интеллектом в агропромышленном комплексе / В.В. Васильев, Н.Н. Папонов, И.И. Аксенов // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции. Секция «Инновационные направления механизации и электрификации сельскохозяйственного производства» (19-21 апреля 2022 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. – Ч. I. – С. 54–63.

4. Васильев, В.В. Применение беспилотных летательных аппаратов с искусственным интеллектом в ветроэнергетике / В.В. Васильев, Н.Н. Папонов, И.И. Аксенов // Автоматизация и управление в технических, организационных и экономических системах: материалы национальной научно-практической конференции студентов и молодых ученых; г. Воронеж, 21 марта 2022 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2022. – С. 5-13. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2022/nacionalnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-studentov-i-molodyh-uchenyh-avtomatizaciya-i-upravlenie-v-tehnicheskikh-organiza>. – DOI: 10.34220/ACTOES2022_5-13 (дата обращения: 20.03.2025).

5. Васильев, В.В. Перспективные конструкции беспилотных летательных аппаратов для электроэнергетической отрасли / В.В. Васильев, Н.Н. Папонов, И.И. Аксенов // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе (6-7 июня 2022 г.) : материалы международной научно-

практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. – Ч. I. – С. 65–77.

6. Фролова Ю.П. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Ю.П. Фролова, О.Г. Швачкина, Н.В. Прибылова // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 71-й науч. студ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – С. 71-75.

7. Патент № 2835244 РФ, МПК В 64 U 10/13. Комбинированный транспортный беспилотный летательный аппарат / Д.Н. Афоничев, В.В. Васильев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2024126683; заявл. 11.09.2024; опубл. 24.02.2025, бюл. № 6. – 12 с.

References

1. Vasiliev, V.V. Introduction of unmanned aerial vehicles with artificial intelligence into the electric power industry / V.V. Vasiliev, D.N. Afonichev, N.N. Paponov // Trends in the development of technical means and technologies in the agro-industrial complex : materials of the international scientific and practical conference; Voronezh, February 25, 2022 - Voronezh: Voronezh State Pedagogical University, 2022. – Part II. – Pp. 19-26.

2. Vasiliev, V.V. The use of unmanned aerial vehicles with artificial intelligence on the initial timber rafting / V.V. Vasiliev, D.N. Afonichev // The modern forest complex of the country: problems and development trends: materials of the All-Russian scientific and practical conference; Voronezh, October 7, 2022 – Voronezh: Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 2022. – Pp. 149-156. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2022/sovremennyj-lesnoj-kompleks-strany-problemy-i-trendy-razvitiya> (date of request: 03/20/2025).

3. Vasiliev, V.V. The use of unmanned aerial vehicles with artificial intelligence in the agro-industrial complex / V.V. Vasiliev, N.N. Paponov, I.I. Aksenov // Theory and practice of innovative technologies in agriculture: proceedings of the national scientific and practical conference. Section "Innovative directions of mechanization and electrification of agricultural production" (April 19-21, 2022). – Voronezh: Voronezh State Agrarian University, 2022. – Part I. – С. 54-63.

4. Vasiliev, V.V. The use of unmanned aerial vehicles with artificial intelligence in wind power engineering / V.V. Vasiliev, N.N. Paponov, I.I. Aksenov // Automation and control in technical, organizational and economic systems: proceedings of the national scientific and practical conference of students and young scientists; Voronezh, March 21 2022 – Voronezh: VGLTU Federal State Budgetary Educational

Institution, 2022. – Pp. 5-13. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2022/nacionalnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-studentov-i-molodyh-uchenyh-avtomatizaciya-i-upravlenie-v-tehnicheskikh-organiza.> – DOI: 10.34220/ACTOES2022_5-13 (accessed: 03/20/2025).

5. Vasiliev, V.V. Promising designs of unmanned aerial vehicles for the electric power industry / V.V. Vasiliev, N.N. Paponov, I.I. Aksenov // Energy efficiency and energy conservation in modern production and society (June 6-7, 2022): materials of the international scientific and practical conference. Voronezh: Voronezh State Pedagogical University, 2022. – Part I.– pp. 65-77.

6. Frolova Yu.P. The use of unmanned aerial vehicles in agriculture / Yu.P. Frolova, O.G. Shvachkina, N.V. Pribylova // Youth vector of agricultural science development: materials of the 71st Scientific Student Conference – Voronezh: Voronezh State Agrarian University, 2020. – Pp. 71-75.

7. Patent No. 2835244 of the Russian Federation, IPC B 64 U 10/13. Combined transport unmanned aerial vehicle / D.N. Afonichev, V.V. Vasiliev; applicant and patent holder of Voronezh State Agrarian University. – No. 2024126683; application 11.09.2024; published 24.02.2025, bul. No. 6. – 12 p.