

УДК 629.7.083

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ МОБИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Падерин Д.Р., магистрант (ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»)  
Малофеев И.В., магистрант (ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»)  
Катунин А.А., к.т.н., доцент, директор (Мценский филиал ФГБОУ ВО  
«ОГУ имени И.С. Тургенева»)

Мозгунова Н.Н., старший преподаватель (Мценский филиал ФГБОУ ВО  
«ОГУ имени И.С. Тургенева»)

**Введение.** Беспилотные авиационные системы (БАС) представляют собой автономные или дистанционно управляемые устройства, способные осуществлять полеты без присутствия человека на борту. БАС имеют широкий спектр применения в промышленности и других отраслях экономики. Сельское хозяйство: мониторинг посевов, оценка почвы и растений, управление влажностью, опрыскивание и полив культур. Геодезия и картография: создание трехмерных моделей ландшафта, картографические данные, аэрофотосъемка. Строительство и недвижимость: Мониторинг строительных работ, контроль качества материалов, инспекция инфраструктуры. Транспорт и логистика: доставка грузов, мониторинг маршрутов, управление складскими операциями. Нефтегазовая промышленность: мониторинг месторождений, обнаружение утечек, обеспечение безопасности на объектах добычи и транспорта. Энергетика: инспекция электростанций, солнечных и ветряных ферм, обеспечение безопасности энергетической инфраструктуры. [1,2]

Одной из основных проблем для пользователей беспилотных авиационных систем (БАС) является ограниченная продолжительность полета и дальность действия из-за емкости аккумуляторов. Традиционные методы заряда, как подключение к электросети, часто не применимы в полевых условиях из-за ограниченного доступа к электроэнергии и требуют значительных логистических затрат.

В настоящее время разрабатываются передвижные мобильные установки (ПМУ) для заряда беспилотных авиационных систем (БАС) в полевых условиях. Эти устройства способны обеспечивать удобный, быстрый, эффективный и безопасный заряд БАС без подключения к электросети, используя различные источники энергии, такие как солнечные панели или генераторы, и совместимы с различными типами и моделями БАС через универсальные разъемы или бесконтактные способы заряда.

Целью данного исследования является изучение перспектив использования ПМУ для заряда БАС в контексте применения и разработки вспомогательных технологий, которые могут улучшить или расширить возможности применения БАС в промышленности.

В ряде научных работ поднимаются вопросы реализации универсальных мобильных платформ заряда и перспективы их внедрения. В статье Е.А. Вознесенского «Автоматизированная система заряда аккумуляторных батарей летательных аппаратов мультироторного типа» [3] рассматриваются различные варианты исполнения ПМУ для заряда БАС. Сам автор останавливается на перспективе внедрения наземных станций беспроводной заряда. Однако помимо неоспоримых преимуществ данная система обладает рядом существенных недостатков, таких как: низкий КПД, длительное время заряда, необходимость непосредственной близости БАС и наземной станции. Перспективы использования автоматизированных станций по энергообеспечению БАС рассматриваются и в работе В. С. Поворова «Станция для автоматической замены аккумуляторных батарей коптеров». [4] В этой работе автор говорит о преимуществах подхода замены аккумуляторных батарей и предлагает проект станции по автоматической замене аккумуляторов БАС. Предложенная система автоматической замены аккумуляторов позволит исключить участие человека при выполнении поставленных задач. Схожую разработку предлагают исследователи из университета Иннополис. Для смены батареи дрон приземляется на выдвижную посадочную платформу, которая тут же задвигается в теплый отсек, где содержится набор заряженных батарей. Внутри отсека использованная батарея выталкивается, происходит ее замена на новую, после чего посадочная установка вновь выдвигается наружу. [5]

**Основная часть.** Основываясь на имеющихся исследованиях в данной области, а также на перспективах развития беспилотной авиации во всех отраслях промышленности в рамках научного исследования предложим проект передвижной мобильной установки для заряда аккумуляторов БАС. Акцент исследования направлен на предложение и апробацию инновационных технологических решений, способных оптимизировать процедуры заряда и диагностики мультироторных БАС с повышенной эффективностью и универсальностью.

Элемент научной новизны заключается в разработке универсальной мобильной платформы (ПМУ) для зарядки аккумуляторов БАС, объединяющей передовые технологии энергоподачи, универсальность, автоматизацию процессов и интегрированные системы диагностики. Это решение направлено на оптимизацию процессов зарядки и обслуживания БАС, что имеет большое значение для промышленности беспилотных авиационных систем.

При разработке передвижной установки для зарядки БАС важно учитывать разнообразие типов заряжаемых батарей, таких как LiPo, Li-ion,

NiMH, и их уникальные характеристики: емкость, напряжение, скорость заряда и разряда, а также уровень безопасности. Например, LiPo батареи обладают высокой энергетической плотностью, что делает их идеальным выбором для долгих полетов, но требуют осторожного обращения из-за риска возгорания. С другой стороны, NiMH батареи более стабильны, но обладают меньшей энергетической плотностью. Учитывая эти различия, необходимо обеспечить оптимальный и безопасный процесс зарядки и обслуживания различных типов батарей.

Рассмотрим структурную схему исследуемой ПМУ, представленную на рисунках 1-3. Остановимся подробнее на основных узлах данной автоматизированной системы.

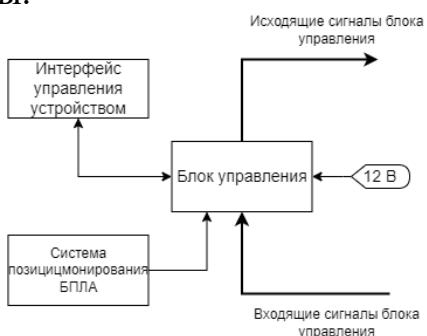


Рисунок 1 – Структурная схема ПМУ (модуль управления)

Отметим, что данная установка является мобильным решением, так как может базироваться на шасси и в качестве прицепа быть доставлена в места, не оборудованные электричеством. Установка на борту имеет автономной источник питания в виде двигателя внутреннего сгорания и подключенного к нему генератора переменного тока с напряжением 220В. Для автоматического запуска после периода простоя установка оснащена аккумулятором, который осуществляет запуск блока управления, который в свою очередь выполняет полностью автономный запуск автоматизированной системы. Основываясь на температуре окружающей среды блок управления запускает алгоритм запуска двигателя, управляя соответствующими реле и соленоидами.

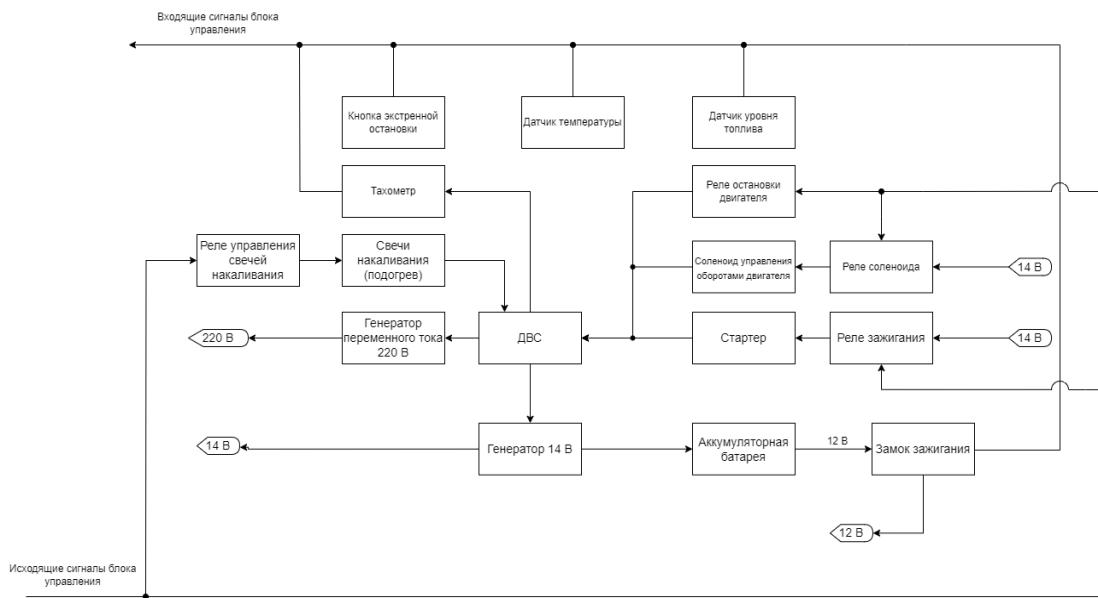


Рисунок 2 – Структурная схема ПМУ (модуль генерации напряжения)

После запуска работа блока управления осуществляется от напряжения, вырабатываемого генератором постоянного напряжения, который также заряжает АКБ установки. Ручное управление и отслеживание всех показателей осуществляется через сенсорный интерфейс управления.

Переменное напряжение, вырабатываемое генератором, поступает в модуль корректора коэффициента мощности, где проходит через каскад синфазных фильтров и однофазный диодный выпрямитель. Датчики тока и напряжения входящей цепи, позволяют осуществлять управление драйверами управления корректором коэффициента мощности и служат для реализации системы защиты по перенапряжению и превышению силы тока.

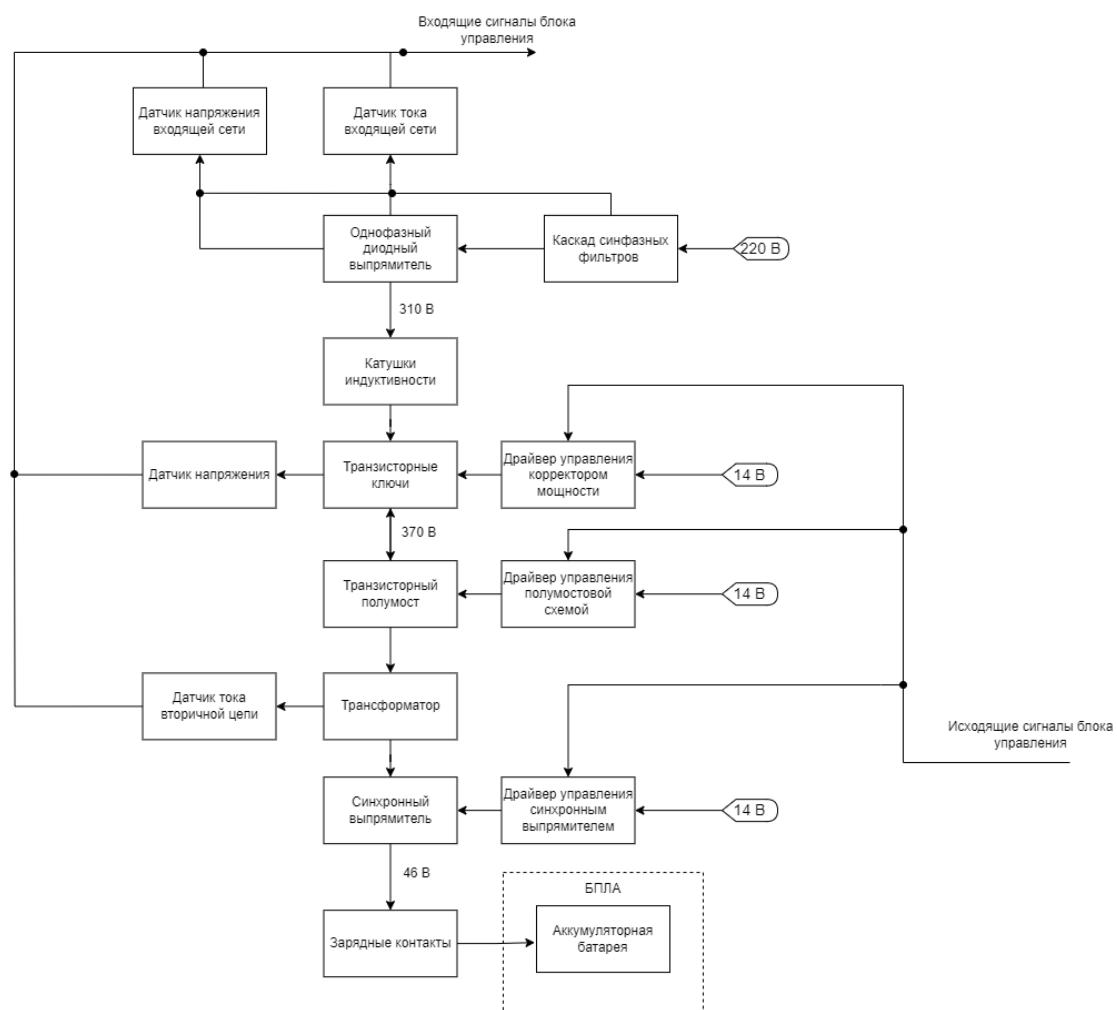


Рисунок 3 – Структурная схема ПМУ (модуль корректора коэффициента мощности)

Используя обратные связи и алгоритм ПИД-регулирования, с помощью транзисторных ключей и катушек индуктивности блок управления увеличивает входящее напряжение до необходимых значений. Далее используя полумостовую схему, напряжение подается на трансформатор, где понижается до рабочего напряжения и разделяется на 4 канала для одновременного заряда четырех аккумуляторов.

**Выводы.** В данном исследовании рассмотрены перспективы разработки ПМУ для заряда аккумуляторов БАС. Основываясь на существующих исследованиях в области беспилотной авиации и технологий заряда, предложен проект, который объединяет передовые технологии энергоподачи, универсальность и совместимость, автоматизацию процессов и интегрированные системы диагностики. В рамках данного исследования представлена структурная схема ПМУ, а также подробно описаны основные узлы и принципы его работы.

Этот проект имеет высокую научную значимость и практическую важность в контексте развития беспилотной авиации, так как предлагает инновационные решения для оптимизации процессов заряда и обслуживания БАС. Разработка ПМУ способствует увеличению эффективности и

универсальности использования беспилотных авиационных систем в различных отраслях промышленности. Однако для полноценной оценки применимости и эффективности предложенного проекта требуется дальнейшее исследование и апробация его на практике.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Глотов А. А. Применение данных о рельефе для эффективного использования сельскохозяйственных земель/ А. А. Глотов //Геопрофи: научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации. – 2013. – №. 4. – С. 20-22.
2. Коротаев А. А. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторирования сельскохозяйственных угодий и посевных площадей в аграрном секторе/ А. А. Коротаев, Л. А. Новопашин //Аграрный вестник Урала. – 2015. – №. 12 (142). – С. 38-42.
3. Вознесенский, Е. А. Автоматизированная система заряда аккумуляторных батарей летательных аппаратов мультироторного типа / Е. А. Вознесенский // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы : Материалы XXIV Международной научной конференции. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 31 мая – 04 2021 года. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021. – С. 181-188.
4. Поворов, В. С. Станция для автоматической замены аккумуляторных батарей коптеров / В. С. Поворов, Н. Н. Степанов, А. А. Бричагина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 01–02 февраля 2018 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2018. – С. 353-359.
5. Хайтек/ В Иннополисе создают автоматическую станцию зарядки дронов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://hightech.fm/2016/07/27/danilov-multicopter-charging-station> – 29. 02. 2024

#### **Информация об авторах:**

Падерин Даниил Романович, магистрант, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95, paderiin76@gmail.com

Малофеев Игорь Вениаминович, магистрант, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95, datman2014@yandex.ru

Катунин Андрей Александрович, к.т.н., доцент, директор, Мценский филиал ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», 303030, Орловская область, г. Мценск, ул. Тургенева, д. 196 katunin57@gmail.com

Мозгунова Нелли Николаевна, ст. преподаватель кафедры экономики и информационных технологий, Мценский филиал ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», 303030, Орловская область, г. Мценск, ул. Тургенева, д. 196 e71n76@mail.ru