



# Стенд для тестирования винтомоторной группы БПЛА

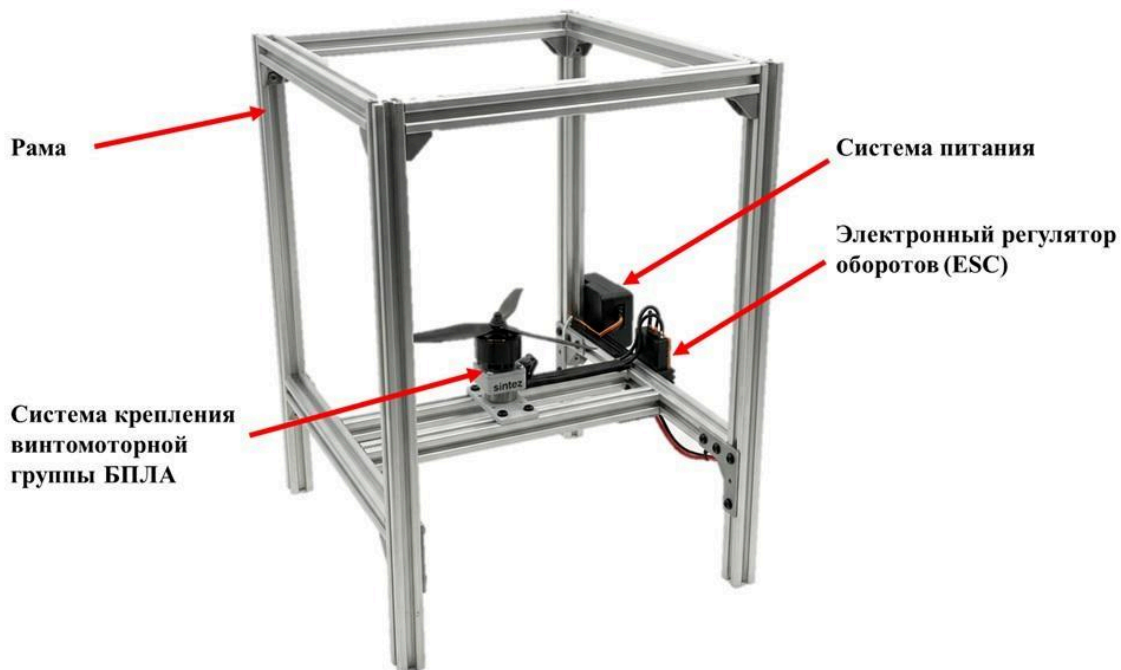
Ускоряет процесс выбора компонентов, снижает риски на этапе разработки

## Общее описание

Лабораторный стенд для контрольно-измерительных, доводочных и ресурсных испытаний одиночных силовых агрегатов БПЛА мультироторного типа в стационарных условиях.

Стенд работает в единой связке с бесколлекторным двигателем, пропеллером, регулятором скорости (ESC) и аккумулятором, обеспечивая комплексное измерение тяги, тока, напряжения, мощности, оборотов, температуры и удельной эффективности.

Управление и сбор данных ведутся через специализированное веб-приложение, работающее на смартфоне (Android), планшете или ПК. Отчёты автоматически выгружаются в CSV и PDF.



# Стенд для тестирования винтомоторной группы БПЛА

## Ключевые преимущества

- **Автоматизация процессов:** отказ от длительных и повторяющихся полевых испытаний.
- **Экономия бюджета:** раннее выявление неэффективных или проблемных конфигураций.
- **Повышение надёжности:** обоснованный выбор компонентов для конечного изделия.
- **Увеличение времени полёта:** точный подбор наиболее эффективных режимов работы.
- **Снижение эксплуатационных рисков:** выявление перегревов, просадок напряжения и нестабильной работы в лаборатории.
- **Создание качественного продукта:** разработка построена на подтверждённых измерениями характеристиках.

## Назначение и типичные задачи применения

Стенд предназначен для безопасной и воспроизводимой проверки силовых установок БПЛА в лабораторных условиях: снятия характеристик, сравнения конфигураций и подбора оптимальной связки компонентов.

Задачи, которые решает стенд:

- Проверка соответствия заявленных производителем характеристик двигателей и винтов.
- Сравнение эффективности комплектующих от разных производителей.
- Экспериментальное измерение реальных параметров винтомоторной группы для выбранной комплектации.
- Подбор комплектов двигателей и винтов со схожими характеристиками.
- Выбор оптимальных режимов работы силовых установок БПЛА.

## Характеристики изделия

### Полная энергосиловая цепочка в одном стенде

- **Комплексная проверка:** одновременное измерение тяги, тока, напряжения, мощности, оборотов и температуры (двигателя и ESC) по всей цепочке «АКБ / блок питания → регулятор оборотов → двигатель → пропеллер».
- **Широкий диапазон винтомоторных групп:** пропеллеры до 508 мм (20"), статоры моторов 08xx–35xx\*, источники питания до 68В и до 100А, поддержка АКБ LiPo до 16S. (\*возможна доработка стенда для работы с моторами больших размеров)
- **Любой регулятор оборотов с KISS-телеметрией:** ток, напряжение, обороты и температура считываются непосредственно с регулятора, что обеспечивает получение точных синхронизированных данных.

### Режимы управления и протоколы

- **Режимы тестирования:** ручной, автоматический (плавное увеличение, плавное уменьшение, циклический), калибровка ESC.

## Стенд для тестирования винтомоторной группы БПЛА

- **Поддержка протокола:** в текущей версии — DShot 600.
- **Дистанционное управление:** запуск и остановка теста с расстояния до 3 метров.

### Безопасность

- **Электронный гаситель переходных процессов:** снижает риск повреждения оборудования при резких изменениях режима.
- **Физическая защитная сетка:** ограждение зоны вращения пропеллера, защищает оператора и помещение.
- **Лабораторные условия:** тестирование сбоев ПО и аппаратуры без риска лётной аварии в любое время суток и независимо от погоды.

## Программное обеспечение

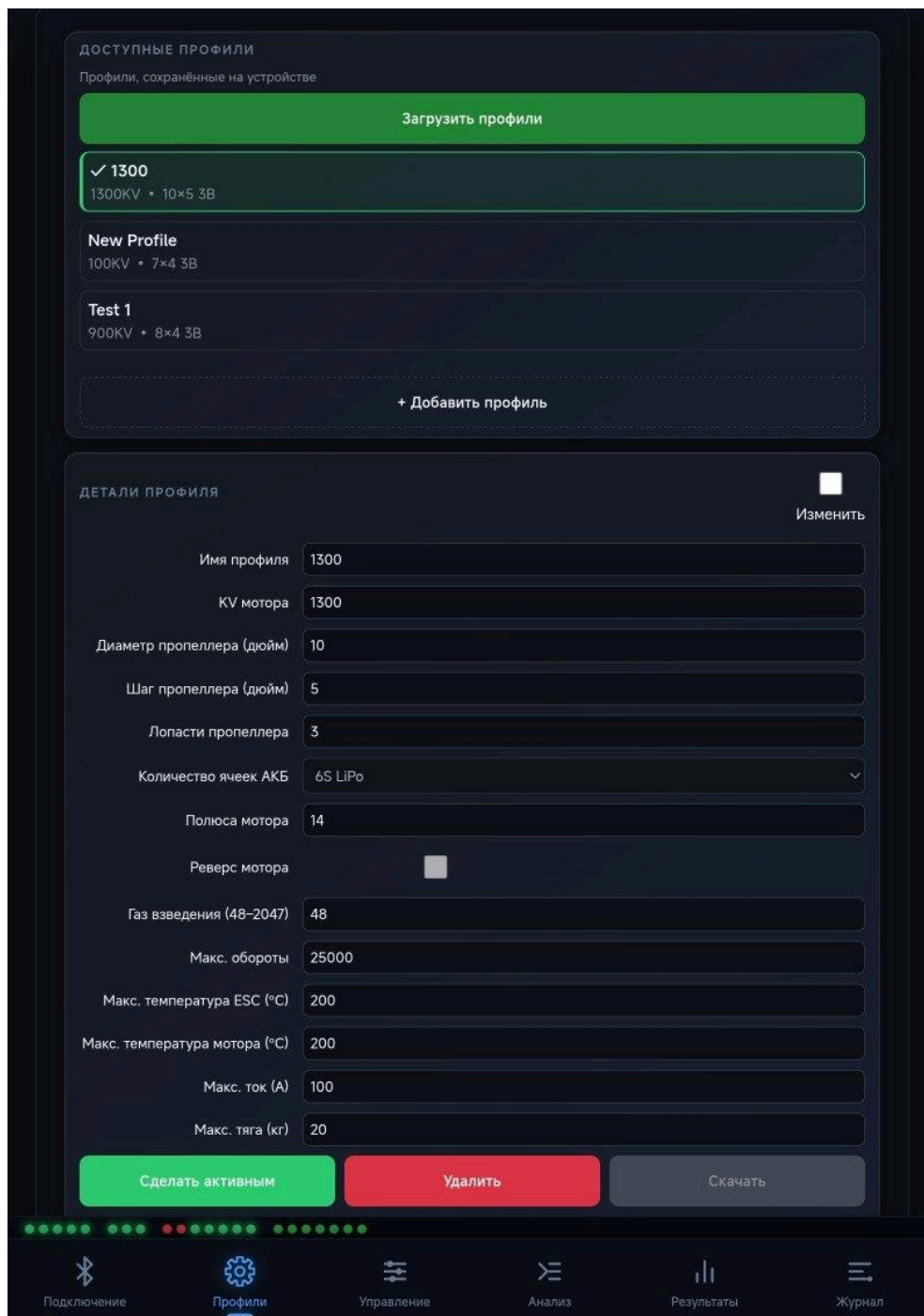
Стенд поставляется с программным обеспечением, которое автоматизирует проведение испытаний, в реальном времени собирает телеметрию по 7 параметрам и формирует протоколы испытаний. В результате инженер получает готовые данные для принятия решений.

### 8 готовых сценариев испытаний

В ПО реализованы проверенные методики снятия характеристик. Параметры каждого сценария настраиваются через форму. Программировать или писать скрипты не нужно.

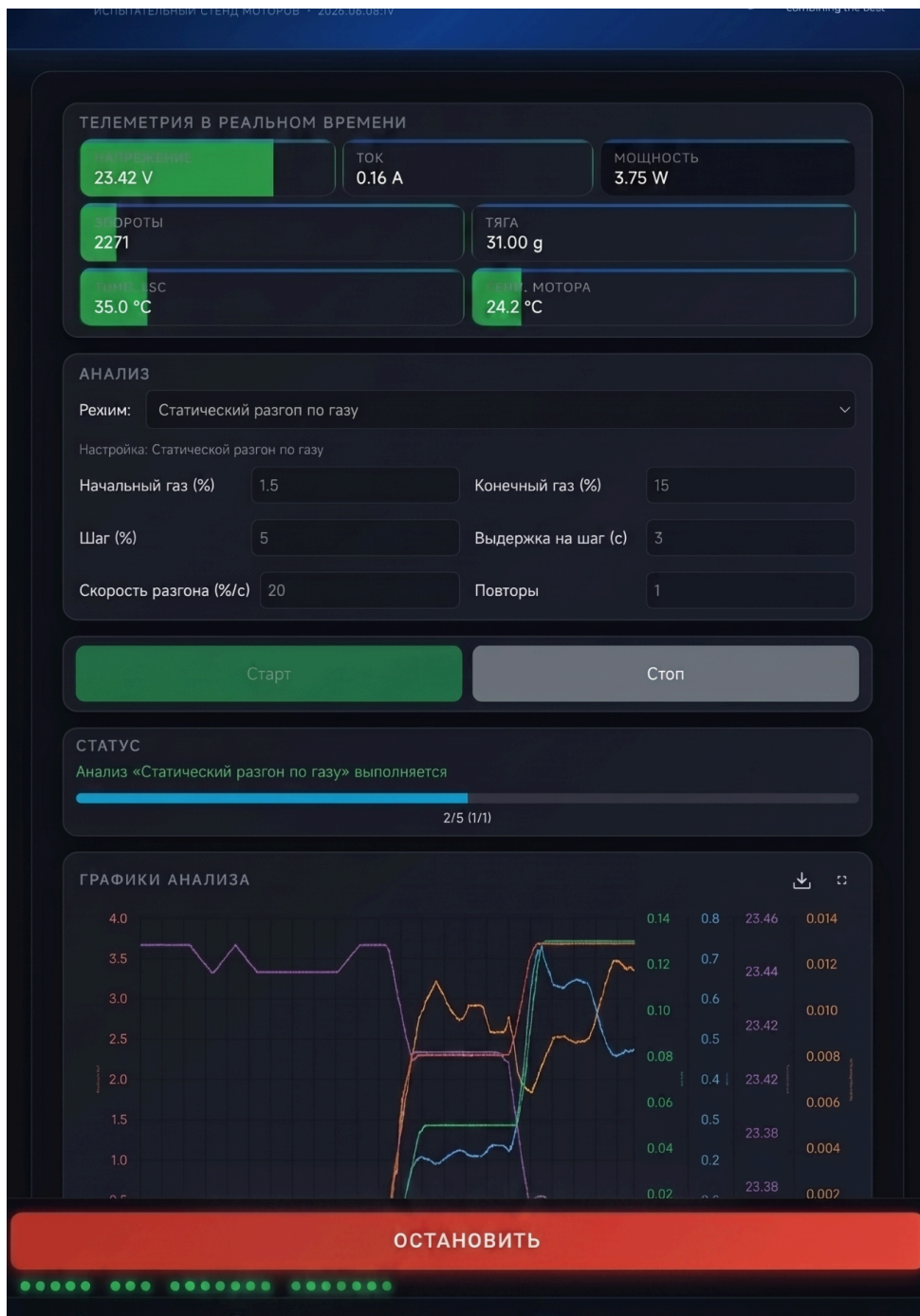
- **Статический разгон по газу:** плавное нарастание оборотов с заданным шагом и выдержкой (кривые тяги, тока и КПД во всём рабочем диапазоне).
- **Ступенчатый отклик:** оценка динамики разгона и торможения ВМГ при резких изменениях газа.
- **Выносливость при фиксированном газе:** долгое удержание режима для контроля стабильности характеристик и тепловой устойчивости.
- **Внутреннее сопротивление АКБ (ступени тока):** измерение просадки напряжения под нарастающей нагрузкой (оценка реальной отдачи аккумулятора).
- **Оценка KV:** экспериментальное определение константы скорости мотора по реальным данным телеметрии.
- **Тепловой стресс ESC:** нагрузочное испытание регулятора оборотов с контролем температуры до предельных режимов.
- **Картирование пропеллер/мотор:** построение карты совместимости пропеллера и двигателя в разрезе «тяга — мощность — КПД».
- **Анализ эффективности:** расчёт удельной эффективности (г/Вт и кг/Вт) и выявление оптимальной рабочей точки связи.

# Стенд для тестирования винтомоторной группы БПЛА



Интерфейс ПО

# Стенд для тестирования винтомоторной группы БПЛА



Анализ эффективности

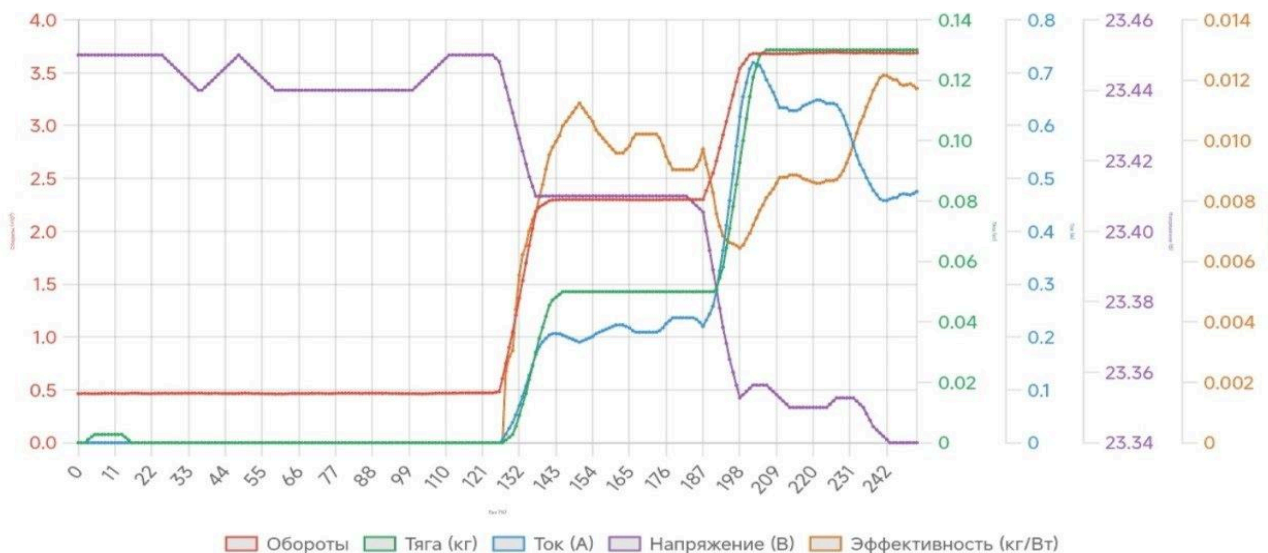
## Точное ручное управление с двухступенчатой защитой

- **Взвод и газ — отдельно:** двигатель не запустится, пока оператор явно не подтвердит готовность к работе нажатием на кнопку «Взвод».
- **Кнопка «Остановить»:** аварийный сброс газа доступен на любом экране приложения.
- **Точный шаг газа:** регулировка с шагом 0,01% для калибровки ESC и снятия характеристик в нужной точке диапазона.

## Аналитика и отчётность

## Стенд для тестирования винтомоторной группы БПЛА

- **7 параметров в реальном времени:** напряжение, ток, мощность, обороты, тяга, температура ESC и температура мотора отображены синхронно на одном экране.
- **Многоосевые графики:** все измеряемые величины на одном поле с независимыми осями, что позволяет видеть полную картину поведения связки во время прогона.
- **Накопительные графики производительности:** энергоэффективность, тяговая эффективность и тепловой профиль обновляются после каждого прогона и позволяют сравнивать конфигурации.
- **Автоэкспорт PDF и CSV:** протокол испытания с параметрами теста, итоговыми значениями и графиком формируется одной кнопкой.
- **Журнал испытаний:** история всех прогонов хранится в приложении, что позволяет вернуться к любому замеру или сопоставить серию измерений.



Пример экспорта данных

### Архитектура и интеграция

- **Веб-приложение в браузере:** работает на смартфоне (Android), планшете и ПК; отдельное устройство и установка не требуются.
- **Профили конфигураций:** параметры мотора, винта и АКБ сохраняются как именованные профили — переключение между испытываемыми связками за пару касаний.
- **3 канала связи со стендом:** Bluetooth, USB и Wi-Fi, что позволяет выбрать то, что подходит под рабочее место и условия лаборатории.
- **Открытые форматы данных:** CSV-экспорт даёт данные телеметрии для последующего анализа в Excel, Python, MATLAB или собственных скриптах.

# Стенд для тестирования винтомоторной группы БПЛА

## Что это даёт инженеру

- **Меньше рутины:** стандартные методики снятия характеристик не нужно собирать вручную, ПО делает это автоматически и одинаково для каждой связки.
- **Объективные данные для принятия решений:** выбор мотора, винта и АКБ опирается на измеренные характеристики связки.
- **Сопоставимые результаты:** один и тот же профиль испытания применяется к разным конфигурациям, поэтому сравнение получается корректным.
- **Готовые результаты:** их можно приложить к ТЗ, отчёту по НИОКР или передать смежной команде.

## Технические характеристики

Значения измеряемых параметров — ток, напряжение, обороты, температура регулятора оборотов — поступают из телеметрии электронного регулятора скорости (ESC). Поэтому их фактические границы и точность зависят от выбранного регулятора.

Параметр	Диапазон	Погрешность	Ед.
<b>Изменяемые параметры</b>			
Тяга	0 – 200,0	1%	Н
Напряжение	6,0 – 68,0	0,5%	В
Ток	0 – 100,0	1%	А
Частота вращения (RPM)	100 – 30 000	0,25%	об/мин
Температура двигателя	20 – 380	1%	°С
<b>Аппаратные параметры</b>			
Размер пропеллера (винта)	до 508 (20")	—	мм
Размер статора двигателя	08хх – 35хх возможна доработка для работы с моторами больших размеров	—	—
Источник питания (внешний, стабилизированный)	до 68 / до 100	—	В / А
Поддержка АКБ LiPo	до 16S	—	—
Регулятор оборотов (ESC)	любой с KISS-телеметрией	—	—
Интерфейсы подключения	Bluetooth / USB / Wi-Fi	—	—
<b>Условия эксплуатации</b>			
Температура окружающего воздуха	+15 ... +35	Закрытое отапливаемое помещение	°С
Относительная влажность (при +20 °С)	до 90	—	%

# Стенд для тестирования винтомоторной группы БПЛА

## Комплектность поставки

Наименование	Кол-во / детали
Испытательный стенд (рама с системой крепления двигателя)	1 шт.
Сенсор измерения температуры	1 шт.
Сенсор измерения тяги	1 шт.
Регулятор оборотов (ESC)	1 шт.
Микроконтроллер	1 шт.
Кабели питания	1 комплект
Кабели интерфейсные	1 комплект
Защитная сетка (физическая защита)	1 шт.
Программное обеспечение (Android- или веб-приложение )	1 лицензия

## Типовая схема применения

Стенд устанавливается в лаборатории. Испытываемая силовая установка (двигатель с пропеллером) монтируется на крепёжной площадке стенда. Источник питания (внешний стабилизированный блок до 68В / 100А либо АКБ LiPo до 16S ) подключается через регулятор оборотов с поддержкой KISS-телеметрии.

Управление осуществляется из веб-приложения с любого смартфона, планшета или ПК по Bluetooth, USB или Wi-Fi. Приложение в реальном времени управляет оборотами по заданному профилю (ручной, автоматический возрастающий, убывающий или циклический режим, режим калибровки ESC), синхронно регистрирует показания всех датчиков и формирует отчёт в CSV или PDF.

## О компании «Синтез»

**20+ лет в ИТ**

**220+ проектов**

**30+ сотрудников**

Компания «Синтез» специализируется на разработке и внедрении высокотехнологичных решений в области автономных систем. Имеет статус резидента ведущих инновационных центров России.

Стенд изначально разработан как внутреннее решение для собственных задач: ускорения испытаний, проверки компонентов и отработки различных сценариев эксплуатации. В процессе постоянного использования и развития он превратился в универсальную платформу, которая может помочь компаниям, работающим с автономными системами.

