

ТЕХНИЧЕСКАЯ СПРАВКА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Универсальный модульный полётный контроллер

НКТР.468354.001 · литера О1

Одна архитектура управления,
навигации и бортового ИИ для
воздушных, наземных, надводных и
подводных платформ массой 2–500 кг.

ВОЗДУШНЫЕ
ПЛАТФОРМЫ

НАЗЕМНЫЕ
ПЛАТФОРМЫ

НАДВОДНЫЕ
ПЛАТФОРМЫ

ПОДВОДНЫЕ
ПЛАТФОРМЫ



Три прибора. Один системный риск.

Текущая реальность: как устроен борт сегодня

На серийных бортах бортовое оборудование управления, как правило, уже есть — но существует в виде трёх разрозненных приборов: полётный контроллер, инерциальная система и вычислитель. Иногда они не объединены в единый контур вовсе; иногда объединены, но остаются отдельными корпусами с жгутами между ними. Функционально состав тот же, что и у интегрированного решения. Архитектурно — нет.

Типовой борт сегодня: три отдельных прибора и жгуты между ними

Один и тот же функциональный состав, но разнесённый по трём корпусам с собственным питанием, прошивкой и разъёмами

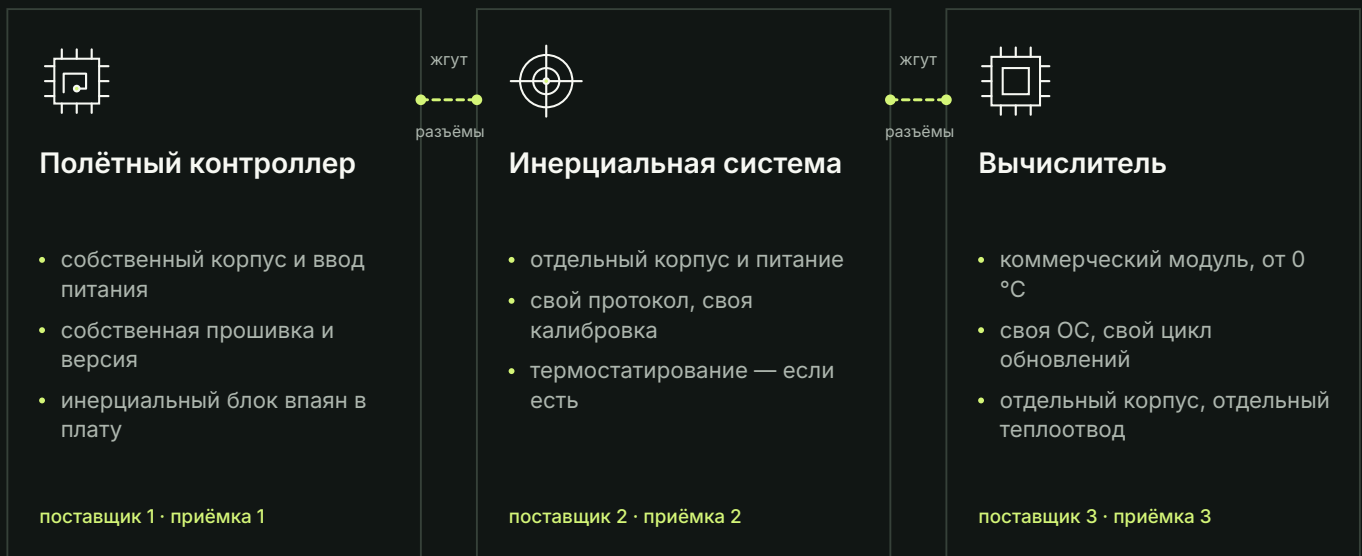


Рисунок 1 — Типовая компоновка бортового оборудования управления на серийном носителе.

СЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАНТА И СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

- Каждый жгут — разъёмные контакты: источник отказов, которые есть в полёте и не воспроизводятся на земле
- Диапазон температур всей связки — по самому слабому элементу: розничный вычислитель ограничивает её нулём
- Три поставщика, три входных контроля, три версии прошивок — срыв любой позиции останавливает сборку серии
- Отказ одного узла — замена всего прибора; любое изменение состава — новая развесовка борта

Проблема — в соединении.

Три корпуса, три ввода питания, жгуты и разъёмы между ними.

Что наблюдает эксплуатант

Причина в архитектуре

Отказы, которые проявляются в полёте
и не воспроизводятся на земле

Разъёмные контакты межблочных жгутов под
вибрацией: соединители отказывают на порядок-два
чаще, чем сам провод

Связка не работает ниже 0 °С, хотя
контроллер нормирован до -25 °С

Коммерческий вычислитель задаёт предел всей
связке по самому слабому элементу

Задержка одной позиции
останавливает сборку серии

Три поставщика, три входных контроля, три версии
прошивок и ручные жгуты на каждой машине

Отказ гироскопа означает замену
всего контроллера

Инерциальный блок впаян в плату — отдельно не
заменяется и отдельно не проверяется

Любое новое оборудование требует
развесовки борта

Справедливо для прибора, который добавляют;
значит, изменение должно убирать массу, а не
добавлять её



Суть проблемы

Не в составе оборудования — он у всех примерно одинаков. Проблема в архитектуре его соединения: три корпуса, три ввода питания, жгуты и разъёмы между ними. Именно этот слой даёт массу, точки отказа, температурный предел и зависимость сборки от трёх цепочек поставки. Предлагаемый подход меняет именно его.

Одна плата вместо трёх приборов.

Новый подход к архитектуре борта — беспилотного и не только

Три контура — управление реального времени, инерциальная навигация и бортовой интеллект — размещаются на одной несущей плате в виде четырёх съёмных модулей. Связи между модулями выполнены печатным монтажом, межблочных жгутов нет. Ядро управления и автономности становится общим для воздушных, наземных, надводных и подводных носителей массой 2–500 кг: меняются датчики, приводы и прошивка, а не архитектура.

4

съёмных
модуля

УПРАВЛЕНИЕ
НАВИГАЦИЯ
БОРТОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТ



Опытный образец: три прибора в одном корпусе с теплоотводом; блок гироскуросвертикали — отдельный съёмный модуль

Меняется соединение. Упрощается весь цикл.

Предлагаемый подход: одна плата вместо трёх приборов

3

ПРИБОРА



1

НЕСУЩАЯ ПЛАТА

Сегодня

Три корпуса, три ввода питания, жгуты и разъёмы между приборами

Инерциальный блок впаян в контроллер

Диапазон связки от 0 °С по розничному вычислителю

Три поставщика, три приёмки, три версии прошивок

Отказ узла — замена прибора

Развесовка при каждом добавлении оборудования

Предлагаемый подход

→ Одна плата, один резервированный ввод питания, связи печатным монтажом

→ Инерциальный модуль — отдельная поверяемая единица с термостатированием

→ Индустриальный вычислитель в составе: -40...+60 °С по КД

→ Один артикул, одна приёмка с протоколом на каждое изделие

→ Отказ узла — замена модуля без пайки, на месте эксплуатации

→ Изделие убирает массу и жгуты — развесовка в минус

**Меняются датчики, приводы и прошивка,
а не архитектура.**

Управление — ТОЛЬКО начало.

Дополнительные задачи, которые закрывает подход

БОРТОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Зрение на борту

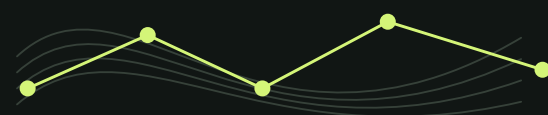


3 × 1080P

Детекция и сопровождение объектов, обход препятствий, точная посадка — три потока 1080p на индустриальном нейровычислителе.

НАВИГАЦИЯ

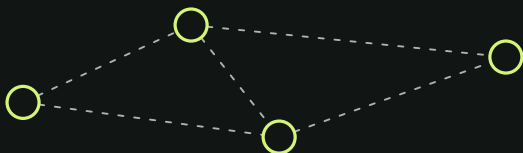
Работа без GPS



Высокоточная ГКВ и вычислительный ресурс, достаточный для установки решений навигации без GPS с ИИ.

ГРУППА

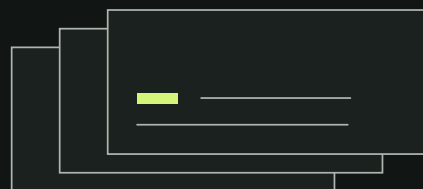
Единое ядро автономности



Одна логика управления и один протокол обмена для разнородных платформ; координация по GbE и CAN.

НЕЗАВИСИМОСТЬ

КД и исходники



Передача КД и исходных кодов возможна при определённых условиях поставки. Состав материалов, объём прав и порядок передачи согласуются отдельно и закрепляются в договоре. Производство — в России.

Диапазон всей системы.

Связку из розничных компонентов ограничивает не контроллер, а вычислитель

Коммерческие вычислительные модули нормированы от 0 °C, и связка «автопилот + вычислитель» наследует этот предел, даже если сам автопилот держит –25 °C. Изделие построено на промышленном RK3588J и термостатированной инерциалке и заявлено на –40...+60 °C по конструкторской документации.

–40...+60 °C

ЗАЯВЛЕННЫЙ ДИАПАЗОН ИЗДЕЛИЯ ПО КД

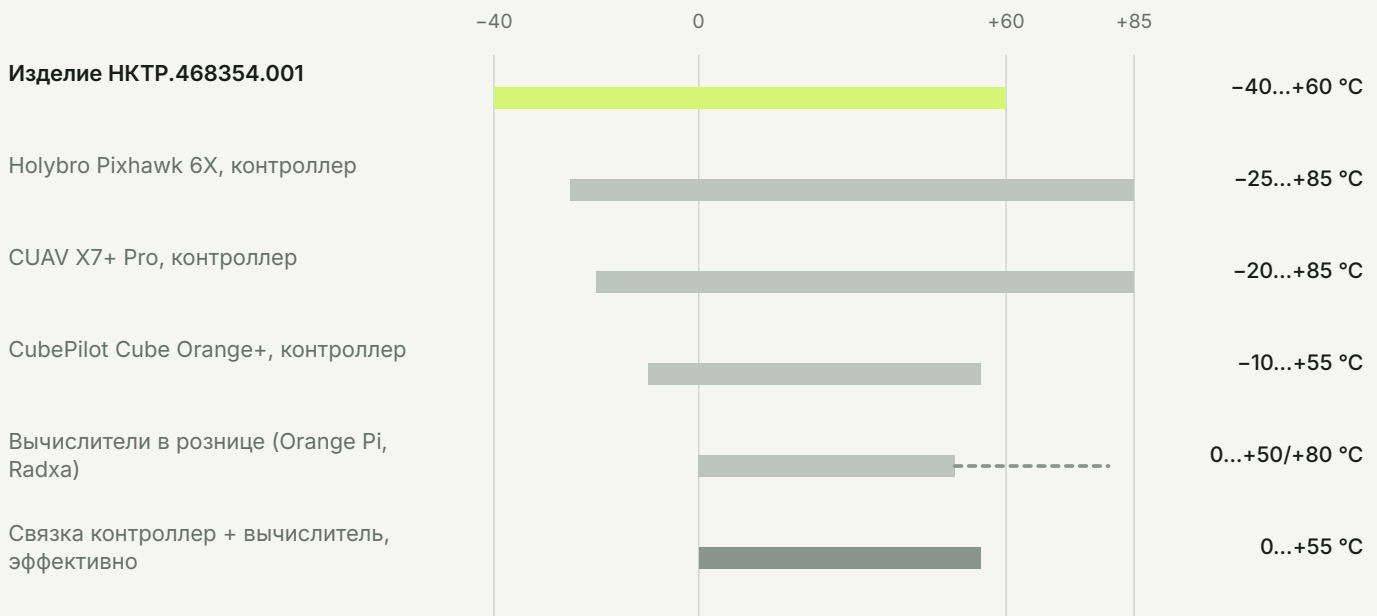


Таблица 1 — Полоса охвата температур. Эффективный диапазон связки аналогов задаёт самый слабый элемент — розничный вычислитель. Верхняя граница изделия определена тепловым расчётом корпуса и может быть расширена по результатам испытаний.

— Путь к –40 °C для сборки из розничных компонентов — это опытно-конструкторская работа, а не доукомплектование. Здесь она уже выполнена на уровне конструкторской документации.

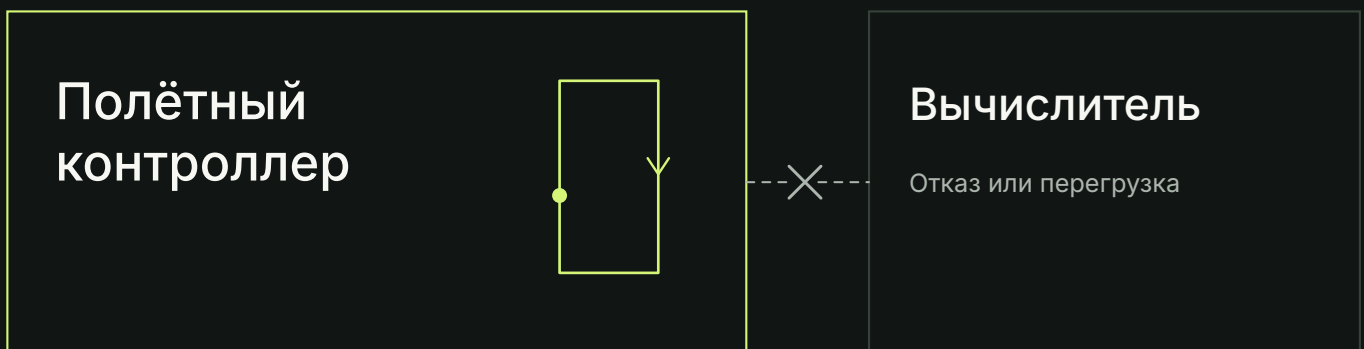
Управление сохраняется.

Отказобезопасность заложена в архитектуру.

Три инерциальных модуля с голосованием, два барометра, два ввода питания с переключением без перезагрузки, две шины CAN, дублирование журналов.

КОНТУР РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

БОРТОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТ



Контур управления замкнут внутри модуля полётного контроллера: при отказе или перегрузке вычислителя управление носителем сохраняется полностью.

3

инерциальных модуля
с голосованием

2

барометра

2

ввода питания без
перезагрузки

2

шины CAN

Дублирование журналов: FRAM и microSD

Сравнение с решениями сопоставимого класса

Характеристики изделия — по КД литеры О1

Признак	НКТР.468354.001	Pixhawk 6X + вычислитель	CUAV X7+ Pro + вычислитель	Cube Orange+ + вычислитель
Раздельно заменяемых модулей	4	3	2	2
Инерциальный блок отдельным модулем	да	нет	нет	нет
ИИМ тактического класса	да	нет	да	нет
Вычислитель в составе изделия	RK3588J, индустриальный	внешний, коммерческий	внешний, коммерческий	внешний, коммерческий
Нижняя граница связи	−40 °С	0 °С	0 °С	0 °С
Межблочные жгуты	нет	есть	есть	есть
Резервированные вводы питания	2–3	1	2	2
КД по ЕСКД, ТУ, приёмка каждого изделия	да	—	—	—

По открытым данным изготовителей на 3 сентября 2026 г. Характеристики изделия — по КД литеры О1; заявленные величины подтверждаются по программе предварительных испытаний.

Одно ядро управления — воздух, землю, воду и подводную среду.



Воздух / БВС 2–500 кг

Полётный контроль, детекция и сопровождение объектов, точная посадка, работа при подавлении спутникового сигнала.



Земля / НРТК

Приводы и манипуляторы по ШИМ/CAN, навигация в помещениях и на территории, техническое зрение.



Вода / БЭК

Курс и движители, устойчивая ориентация при качке и волнении, обнаружение объектов на воде.



Под водой / НПА

Навигация там, где спутник недоступен; единое ядро автономности для групповых действий.



ТЭК / Линейные объекты

Облёт трубопроводов и ЛЭП, выявление утечек и дефектов бортовым ИИ.



Инфраструктура / Инспекция

Мосты, резервуары, карьеры; 3D-модели территорий.



АПК и экология / Мониторинг

Посевы, лесфонд, очаги пожаров с распознаванием на борту.



Безопасность / Охрана и МЧС

Патрулирование, поиск пострадавших, разведка зон ЧС.



Основные характеристики

НКТР.468354.001 / литера О1

 $\leq 0,20$

кг

71 × 115,5 мм

высота стека не более 35 мм

Контур реального времени	STM32H753, Cortex-M7 480 МГц; 8 × ШИМ; 2 × CAN; энергонезависимые журналы FRAM и microSD
Вычислитель	RK3588J промышленный: 8 ядер, NPU 6 TOPS, 8 Гбайт LPDDR5X, eMMC 128 Гбайт
Инерциальная навигация	ADIS16470 + ICM-42688-P + ICM-20689, магнитометр RM3100, 2 × MS5611; $\pm 0,3^\circ$ статика / $\pm 0,5^\circ$ динамика
Питание и условия	12–26 В, два (до трёх) резервируемых ввода; $-40...+60^\circ\text{C}$; вибрация до 5 g; наработка на отказ не менее 30 000 ч
Программная база	PX4 и ArduPilot, MAVLink v2, QGroundControl и Mission Planner; Linux на вычислителе
Документация	Конструкторская документация по ЕСКД с literой О1, технические условия, приёмка каждого изделия по программе испытаний
Габариты и масса	71 × 115,5 мм в плане, высота стека не более 35 мм, масса не более 0,20 кг

Заявленные величины подтверждаются по программе предварительных испытаний.

— ПРОВЕРКА НА ВАШЕМ БОРТУ

Общее ядро. Ваш формат производства.

Что мы предлагаем

Проверка на одном вашем борту: совместные стендовые и лётные испытания, взвешивание рядом с текущей связкой, оценка трудоёмкости монтажа. Передача конструкторской документации и исходных кодов возможна при определённых условиях поставки. Состав материалов, объём прав и порядок передачи согласуются отдельно и закрепляются в договоре. Далее — серийные изделия под ваш график отгрузок или комплектующие под вашу сборку.

01

Стендовые и лётные
испытания

02

Взвешивание рядом
с текущей связкой

03

Оценка трудоёмкости
монтажа

Серийные изделия

Под ваш график отгрузок

Комплектующие

Под вашу сборку

РАЗРАБОТЧИК И ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ООО «Ноксатроник», ИНН 9731155327; 143026, г. Москва, тер. ИЦ «Сколково», б-р Большой, д. 42, стр. 1

Руководитель

Директор — Ситраков Егор Владимирович