

**УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ASTERA SKILLS**



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
СИЛЛАБУС**

**Образовательная программа:**

**«Специалист по эксплуатации и техническому обслуживанию БПЛА»**

Утверждаю:

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

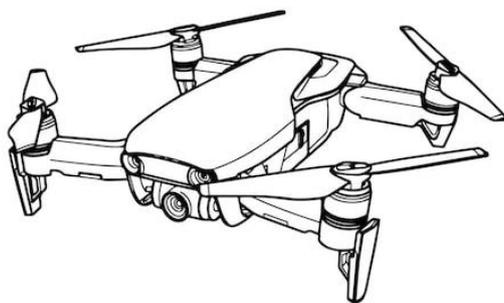
М.П.

**Присваиваемые квалификации:**

- Оператор мультироторных платформ
- Техник-монтажник БПЛА

**Уровни подготовки:**

- Профессиональный курс: 25 академических занятий по 2 часа + 25 практических занятий по 2 часа.  
Общая трудоемкость программы: 100 часов.



## Паспорт образовательной программы

**Разработчик:**

Учебный центр «ASTERA SKILLS» (<https://astera.top/skills/>).

**Направленность:**

Инженерно-техническая, аэрокосмическая, IT.

**Формат обучения:**

Очно-практический (теория, симуляторы, лабораторно-сборочные работы, полевые вылеты).

**Аннотация:**

Настоящий силлабус определяет содержание и структуру подготовки специалистов в области беспилотных авиационных систем (БАС).

Программа построена на принципах глубокого погружения в аппаратную часть (Hard Skills) и ориентирована на получение реальных навыков сборки, пайки, настройки (Betaflight), а также пилотирования в FPV-режиме и выполнения прикладных задач (фотограмметрия, термография).

В процессе обучения слушатели осваивают теорию, практику, а также набирают летный стаж с документированием в летных книжках внешних пилотов.

**Целевая аудитория:**

Будущие инженеры-техники, операторы коммерческих и промышленных дронов, специалисты по мониторингу и логистике.

## ЧАСТЬ I: Инженерно-техническая база (Занятия 1–8)

**Цель модуля:** Освоение архитектуры мультироторных платформ, получение уверенных навыков микропайки, сборки и программной настройки полетных контроллеров.

### 1. Введение в дрон-технологии

- **Теория:** Архитектура мультироторных систем. Обзор классов (Whoop, Freestyle, Long Range, Cinema).
- **Практика:** Первый запуск симулятора, базовые упражнения на удержание высоты, калибровка оборудования.

### 2. Электротехника и монтаж (Силовые цепи)

- **Теория:** Методы надежной пайки высокоточковых соединений. Работа с мультиметром: поиск короткого замыкания (КЗ) и «прозвонка» цепей.
- **Практика:** Пайка силовых разъемов XT60 и проводов бесколлекторных моторов. Тренировка в симуляторе (полеты по трассам).

### 3. Микроэлектроника и слаботочные цепи

- **Теория:** Протоколы передачи данных. Специфика пайки периферии (радиоприемники, курсовые камеры, видеопередатчики VTX).
- **Практика:** Монтаж сигнальных шлейфов и проводов на пятаки полетного контроллера. Отработка базовых навыков в симуляторе.

### 4. Конструкция планера и аэродинамика

- **Теория:** Материаловедение: карбон, TPU-пластик, авиационный алюминий. Правила подбора винто-моторной группы (ВМГ).
- **Практика:** Полная сборка/разборка карбоновой рамы, статическая балансировка пропеллеров. Тренировка в симуляторе.

### 5. Системы радиуправления (Часть 1)

- **Теория:** Протоколы связи (ExpressLRS, TBS Crossfire). Принципы сопряжения (Binding) и архитектура меню аппаратуры управления.
- **Практика:** Настройка микшеров, кривых и тумблеров на пульте RadioMaster Pocket. Тренировка в симуляторе.

### 6. Радиосвязь и прошивка (Часть 2)

- **Теория:** Типы радиоантенн и их диаграммы направленности. Методы обновления прошивок (Wi-Fi, Pass-through).
- **Практика:** Прошивка приемника и передатчика ELRS до актуальной версии. Тренировка в симуляторе.

### 7. Программное обеспечение: Betaflight Configurator

- **Теория:** Логика работы полетного контроллера (PID-регуляторы, фильтры). Настройка портов (UART), гироскопов и полетных режимов (Angle/Acro).

- **Практика:** Конфигурация двух различных стеков (архитектура F4 и F7). Тренировка в симуляторе.

## 8. Видеосистемы и FPV-связь

- **Теория:** Аналоговая сетка частот 5.8GHz. Управление мощностью сигнала и контроль теплового режима видеопередатчика (VTX).
- **Практика:** Поиск видеосигнала на приемнике Skydroid / FPV-шлеме, настройка таблиц VTX. Тренировка в симуляторе.

## ЧАСТЬ II: Прикладное использование и полеты (Занятия 9–15)

**Цель модуля:** Переход от симулятора к реальным полетам. Изучение цифровой картографии и работы с системами питания.

### 9. Основы пилотирования в реальных условиях

- **Теория:** Предполётный чек-лист. Регламент взаимодействия в паре «Пилот — Наблюдатель».
- **Практика:** Первые реальные вылеты на TinyWhoop (BetaFPV Meteor65) — висение, пролет по квадрату. Параллельная работа в симуляторе.

### 10–13. Цифровая картография и Фотограмметрия (Agisoft Metashape)

- **Занятие 10:** Импорт сырых данных с БПЛА и выполнение фототриангуляции.
- **Занятие 11:** Построение плотного облака точек. Автоматическая классификация рельефа.
- **Занятие 12:** Экспорт высокоточных пространственных данных (Ортофотоплан и цифровая модель рельефа DEM).
- **Занятие 13:** Аналитика: замеры площадей и расчет объемов (применение: карьеры, склады).
- **Практика (Сквозная):** Работа в ПО Agisoft Metashape, полеты на Meteor65, закрепление навыков в симуляторе.

### 14. Энергосистемы и Li-Ion сборки

- **Теория:** Сравнение химии аккумуляторов (LiPo vs Li-Ion). Правила эксплуатации, циклы заряда/разряда, режим хранения (Storage).
- **Практика:** Сборка кастомной аккумуляторной батареи из элементов 18650 (точечная сварка / пайка). Базовые упражнения на платформе Mark4.

### 15. ОБСЛУЖИВАНИЕ И КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ЭКЗАМЕН (Базовый уровень)

- **Теория:** Диагностика и полевой ремонт БПЛА.
- **Аттестация, Часть 1 (Монтаж):** Припаять 5 проводов к пятакам контроллера за 2 минуты (2 силовых, 3 сигнальных) с соблюдением стандартов качества.
- **Аттестация, Часть 2 (Симулятор):** Прохождение контрольной FPV-трассы без падений за установленный норматив времени.
- **Аттестация, Часть 3 (Реальный полет):** Пролет на Meteor65 / Mark4 по специальной трассе с препятствиями (ворота, кольцо, облет столба, возврат на точку).

### **ЧАСТЬ III: Профессиональная эксплуатация (Занятия 16–22)**

**Цель модуля:** Изучение правовых аспектов, коммерческих систем, интеграции полезной нагрузки и работы в сложных условиях.

#### **16. Нормативно-правовое регулирование в РК**

- **Теория:** Постановка БПЛА на учет. Взаимодействие с Авиационной администрацией Казахстана. Правила заполнения заявок на использование воздушного пространства (ИВП).
- **Практика:** Отработка маневров на Meteor65 и Mark4.

#### **17. Основы термографии**

- **Теория:** Физика инфракрасного излучения. Анализ промышленных термограмм (поиск тепловых утечек, мониторинг ЛЭП и солнечных панелей).
- **Практика:** Тренировочные вылеты на Meteor65 и Mark4.

#### **18. Коммерческие платформы и «плосколеты»**

- **Теория:** Обзор рынка готовых решений (DJI, Autel). Сравнительный анализ закрытых систем и кастомных FPV-решений.
- **Практика:** Пилотирование платформы M66 в режиме удержания позиции (Position Hold).

#### **19. Техническая документация и English for Pilots**

- **Теория:** Чтение электрических принципиальных схем (Datasheets). Изучение англоязычных интерфейсов специализированного ПО.
- **Практика:** Пилотирование M66. Отработка аварийных сценариев в симуляторе.

#### **20. Геоинформационные системы (ГИС) и Логистика**

- **Теория:** Планирование автономных миссий в Google Earth и специализированном ПО. Работа с координатами и KML-файлами.
- **Практика:** Создание полетного задания, пилотирование M66, полеты на Mark4.

#### **21. Регламентное ТО и складской учет**

- **Теория:** Ведение журналов обслуживания БПЛА и АКБ. Профилактика бесколлекторных моторов (чистка, замена подшипников). Полевое обслуживание.
- **Практика:** Выполнение регламентных работ на учебных бортах, тренировочные вылеты.

#### **22. Инженерные системы сброса**

- **Теория:** Приводы, сервомашинки и механизмы крепления полезной нагрузки. Расчет смещения центра масс (Center of Gravity).
- **Практика:** Установка сервопривода системы сброса на раму F450. Тренировка сброса макета полезной нагрузки с дрона F450 в заданный квадрат.

## 23. Промышленная инспекция и мониторинг объектов

- **Теория:** Методика визуального обследования высотных сооружений (ЛЭП, вышки связи, фасады зданий). Техника безопасности при полетах вблизи металлических конструкций (магнитные помехи). Работа с оптическим зумом и удержание безопасной дистанции.
- **Практика:** Отработка сценария «Облет вышки»: удержание объекта в центре кадра при круговом облете на разных высотах. Выявление дефектов (имитация) по видеосвязи.

## 24. Управление полетными данными и отчетность

- **Теория:** Как продать результат работы заказчику. Подготовка технического отчета: отбор дефектных кадров, оформление ортофотопланов в презентабельный вид. Юридическая ответственность за качество данных.
- **Практика:** Формирование финального отчета по итогам выполненной миссии. Проверка целостности данных после вылета.

## 25. ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ (Допуск к практике)

### Финальная проверка готовности специалиста к работе в реальном секторе экономики.

Экзамен проводится в строгом соответствии с таймингом и техническими регламентами. Включает 4 обязательных этапа:

#### Этап 1: Инженерно-технический (Сборка/Пайка)

- **Задача:** Припаять 5 проводов к пятакам полетного контроллера (2 силовых, 3 сигнальных).
- **Критерий:** Время выполнения — строго до 2-х минут. Оценивается форма пайки (отсутствие "холодной пайки"), чистота площадки, отсутствие КЗ.

#### Этап 2: Виртуальное пилотирование (Симулятор)

- **Задача:** Пройти сертифицированную FPV-трассу.
- **Критерий:** Отсутствие падений/сбросов (crash). Укладывание в заданный временной норматив (N секунд).

#### Этап 3: Пилотирование FPV (Реальный пролет)

- **Платформа:** Кастомный дрон на раме Mark4/F450.
- **Задача:** Прохождение специальной физической трассы с препятствиями.
- **Элементы:** Взлет → пролет в ворота → пролет сквозь кольцо → облет вертикального столба на 360° → точный возврат и посадка на исходную площадку.

#### Этап 4: Промышленное пилотирование (Коммерческая платформа)

- **Платформа:** M66.
- **Задача:** Сложное маневрирование в условиях ограниченного пространства. Оценка плавности хода, удержания высоты и ориентации по камере.

**Для заметок / Личная карточка обучающегося**

ФИО:

Группа / Поток:

\_\_\_\_\_

Дата начала обучения: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

<b>Этап подготовки</b>	<b>Подпись инструктора</b>	<b>Дата сдачи</b>
Допуск по ТБ		
Сдача пайки (Модуль 1)		
Допуск к реальным полетам		
Базовый экзамен (Занятие 15)		
Итоговая аттестация		