МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)
Государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования Республики Саха (Якутия)
«Институт развития профессионального образования»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ОБУЧЕНИЮ В СФЕРЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ (БАС)

Якутск
2026

УДК 629.7 (072)
ББК 39.52

Методические рекомендации по профессиональному обучению в сфере беспилотных авиационных систем (БАС) / Составители: Кривошапкина А.Б., Михалева М.В., Курилкина А.П. – г. Якутск, 2026 г. – 27 с.

Рецензенты: Генеральный директор ООО «1Т»
В.В. Кармаза (г.Москва)
Директор Института математики и информатики
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»
Н.Р. Пинигина, к.ф-м.н., доцент

Утверждено на заседании Научно-методического совета
Государственного автономного учреждения дополнительного профессионального образования Республики Саха (Якутия)
«Институт развития профессионального образования»
15 октября 2026 года протокол №3

Методические рекомендации направлены на формирование у преподавателей, мастеров производственного обучения и методистов СПО и ДПО единого подхода к проектированию, организации и проведению профессионального обучения в сфере БАС. Раскрываются требования проф. стандартов и норм безопасности полётов, основы устройства и навигации БАС, методика практического обучения управлению БПЛА, подходы к разработке учебно-методического обеспечения. Издание адресовано педагогическим работникам, реализующим программы подготовки кадров для БАС, а также специалистам смежных отраслей (аэрофотосъёмка, геодезия, сельское хозяйство, МЧС, логистика).

Формы обучения: очно, дистанционно, электронное; объём определяется образовательной программой.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения……. 4
Нормативная правовая основа……. 4
Общая характеристика методических рекомендаций……... 5
Организация образовательного процесса……... 5
Структура и содержание программ профессионального обучения……. 7
Формы и методы обучения……..... 8
Требования к материально-техническому обеспечению…….. 9
Кадровое обеспечение……..... 9
Оценка качества и контроль результатов……... 9
Методическая работа преподавателя и оценивание результатов обучения…... 10
Рекомендации по внедрению и развитию……..... 11
Ожидаемые результаты…… 11
Заключение…… 11
Приложение 1. Перечень профессиональных компетенций…… 12
Приложение 2. Пример рабочей программы……. 17
Приложение 3. Чек-лист предполётного осмотра БВС…… 20
Приложение 4. Пример контрольно-измерительных материалов……... 25
Приложение 5. Сводная таблица компетенций……. 27

1. Общие положения

Профессиональное обучение в сфере БАС — это совокупность форм подготовки, переподготовки и повышения квалификации, направленных на освоение трудовых функций в области проектирования, производства, эксплуатации, обслуживания и применения беспилотных авиационных систем.

Основные принципы:

- Практико-ориентированность (не менее 60% учебного времени — практика).
- Модульность и вариативность программ.
- Синхронизация с профессиональными стандартами и запросами работодателей.
- Обязательное соблюдение требований безопасности и воздушного законодательства.
- Непрерывность и преемственность уровней обучения.

2. Нормативная правовая основа

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. От 25.05.2026);
- Постановление Правительства РФ от 25 мая 2019 г. № 658 "Об утверждении Правил государственного учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, сверхлегких пилотируемых гражданских воздушных судов с массой конструкции 115 килограммов и менее, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями)
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 24.03.2025г. № 266 «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 января 2015 г. №ДЛ-1/05вл «Методические рекомендации по разработке основных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов»;
- ФГОС СПО по специальности 25.02.08 «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»;
- Профессиональный стандарт: «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее»;
- Методические рекомендации по созданию и оснащению специализированных классов(кружков) на базе общеобразовательных организаций и центров практической подготовки на базе образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования, в целях реализации образовательных процессов в сфере разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем (утв. Минпросвещения России 15.02.2024 № АЗ- 23/05вн).

3. Общая характеристика методических рекомендаций

Цель: формирование у преподавателей единого подхода к преподаванию в проектировании, организации и проведении профессионального обучения в сфере БАС с учетом требований профстандартов и безопасности полетов.

Задачи:

- Изучение требования профстандарта и норм безопасности полетов для корректного проектирования содержания обучения;
- Формирование базовых знаний о назначении, устройстве, принципах работы БАС и ее элементов, а также об основах и способах навигации;
- Отработка практических навыков управления БПЛА в условиях, приближенных к реальной эксплуатации;
- Приобретение опыта пилотирования авиационной беспилотной модели;
- Разработка учебно-методического обеспечения для организации и проведения занятий с учетом требований безопасности.

Целевая аудитория: преподаватели, мастера производственного обучения, методисты организаций СПО и ДПО, реализующие программы подготовки кадров для БАС.

Целевые категории слушателей:

- Граждане, не имеющие профессии (профессиональная подготовка).
- Работники, желающие сменить профиль (переподготовка).
- Специалисты, повышающие квалификацию в смежных областях (аэрофотосъёмка, геодезия, сельское хозяйство, МЧС, логистика).
- Педагогические работники СПО и ДПО.

Сроки и формы обучения: очно, дистанционно, электронное обучение; объём в часах определяется образовательной программой.

Профессиональное обучение — это вид образования, направленный на приобретение базовых знаний, умений и навыков для работы по конкретной рабочей профессии или должности служащего.

Реализация программы повышения квалификации направлена на совершенствование и (или) получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации. В структуре программы должно быть представлено описание перечня профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения (см. Приложение 5).

Реализация программы профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации. В структуре программы должны быть представлены:

- характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации;
- характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и (или) перечень новых компетенций, формирующихся в результате освоения программы.

4. Организация образовательного процесса

Эффективная подготовка специалистов в сфере БАС базируется на модульно-компетентностном подходе.

Обучение рекомендуется разделять на три взаимосвязанных блока, где ключевым является проектно-ориентированный и практический подход:

Блок подготовки	Рекомендуемая доля часов	Основные формы и методы обучения
Теоретический	20-25%	Интерактивные лекции, видеоуроки,

		разбор нормативно-правовых кейсов.
Симуляторная подготовка	25-30%	Работа в специализированных ПК-симуляторах (моделирование отказов, погодных условий).
Летная практика	45-55%	Практические полеты на полигоне/в полетной зоне, техническое обслуживание БАС.

Переход к каждому следующему этапу возможен только после успешной сдачи контрольных нормативов предыдущего. Учебный процесс должен быть выстроен таким образом, чтобы теоретические знания немедленно подкреплялись виртуальным опытом (на симуляторах), а затем закреплялись на практике с реальным оборудованием.

Теоретическое обучение

- Визуализация материала: Из-за сложности тем (аэродинамика, частотное планирование) преподавателю необходимо активно использовать 3D-модели БАС, интерактивные схемы и симуляции физических процессов.
- Кейс-метод: При изучении законодательства в сфере БАС рекомендуется разбирать реальные сценарии (например, «Порядок согласования полета над населенным пунктом для проведения ортофотоплана»).

Симуляторная подготовка

• Поэтапный допуск: Слушатель не должен допускаться к реальным полетам без наработки определенного количества часов в симуляторе (рекомендуется не менее 15–20 академических часов).

• Моделирование нештатных ситуаций: Преподавателю следует выставлять в симуляторе критические условия: порывы ветра, отказ компаса, потерю сигнала GPS, разряд батареи. Это формирует мышечную память и стрессоустойчивость слушателя.

Практические (летные) занятия

- Безопасность — приоритет: Каждое занятие начинается с обязательного инструктажа по технике безопасности и предполётного осмотра (Check-list) (Приложение 3).
- Метод «От простого к сложному»:

1. *Удержание точки:* Взлет, зависание, посадка в ручном или полуавтоматическом режиме.

2. *Простые фигуры:* Полет по квадрату, «восьмерка», удержание курса носом от себя и носом к себе.

3. *Профессиональные задачи:* Полет по точкам (миссии), проведение фото- и видеосъемки, мониторинг объектов.

Планируемые результаты: В соответствии с пунктом 2 статьи 73 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ под профессиональным обучением по программам профессиональной подготовки по профессиям рабочих и должностям служащих понимается профессиональное обучение лиц, ранее не имевших профессии рабочего или должности служащего.

Методическая рекомендация разработана на основе профессионального стандарта «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее», утвержденного приказом Минтруда России от 14 сентября 2022 года N 526н.

Перечень формируемых компетенций, знаний, умений и практического опыта (в соответствии с профстандартом).

Перечень формируемых компетенций, знаний, умений и практического опыта приведён в Приложении 1.

5. Структура и содержание программ профессионального обучения

Профессиональное обучение носит строго практико-ориентированный характер и делится на несколько ключевых этапов:

1. Теоретический блок: изучение законодательства в области воздушного пространства, топографических карт, аэродинамики, устройства беспилотных систем и основ радиосвязи.
2. Тренажёрная подготовка (симуляторы): отработка базовых навыков пилотирования в виртуальной среде. Особое внимание уделяется FPV-симуляторам для развития мелкой моторики.
3. Практические полёты (полигон): реальное управление БПЛА различных типов. Отработка взлёта, посадки, маневрирования и действий в нештатных ситуациях.

5.1. Ключевые модули программы

- Основы воздушного законодательства и правила использования воздушного пространства (ИВП).
- Конструкция и компонентная база БАС (рамы, моторы, полётные контроллеры, регуляторы оборотов, средства связи).
- Основы электротехники и радиосвязи.
- Настройка программного обеспечения полётных контроллеров (Betaflight, ArduPilot, PX4).

5.2. Учебно-тематический план (рекомендуемый)

Модуль 1. Введение в БАС (теория — 16 ч.)

- Классификация и типы БАС.
- Сферы применения: аэросъемка, мониторинг, доставка, картография, сельское хозяйство.
- Нормативное регулирование и ответственность оператора.

Модуль 2. Устройство и техническое обслуживание (теория — 24 ч., практика — 24 ч.)

- Конструкция планера, двигателей, полетного контроллера.
- Системы навигации и связи (GPS/ГЛОНАСС, радиоканалы).
- Диагностика, ремонт, замена компонентов, настройка ПО.

Модуль 3. Основы пилотирования (теория — 16 ч., практика — 48 ч.)

- Аэродинамика и метеорология.
- Симуляторная подготовка.
- Визуальные полеты, FPV, полеты по точкам.
- Действия в нештатных ситуациях.
- Поисково-спасательные операции: организация поиска БВС при потере связи или аварийной посадке; правовые аспекты; порядок взаимодействия с экстренными службами.

Модуль 4. Целевая нагрузка и обработка данных (теория — 16 ч., практика — 24 ч.)

- Фото- и видеосъемка, тепловизионная съемка.
- Основы фотограмметрии.
- Обработка данных в ГИС и специализированном ПО.

Модуль 5. Безопасность и охрана труда (теория — 8 ч.)

- Техника безопасности при полетах и ремонте.
- Пожарная безопасность, электробезопасность.
- Первая помощь.

- Криптографическая защита каналов управления (требования ст. 78.3 Воздушного кодекса РФ).
- Удалённая идентификация БВС.

Итоговая аттестация: квалификационный экзамен (теория + практика + защита работы).

Пример рабочей программы с распределением часов по модулям приведен в (Приложении 2).

5.3. Дополнительные темы для углублённого изучения

5.3.1. Обзор действующего регулирования гражданских БАС в РФ. Воздушный кодекс РФ. Федеральные авиационные правила. Приказы и распоряжения Минтранса РФ.

5.3.2. Учёт и регистрация БВС. Критерии обязательной регистрации. Процедура постановки на учёт в Росавиации. Маркировка и документирование.

5.3.3. Использование воздушного пространства. Зоны ограничения полётов. Получение разрешений. Порядок проверки требований перед полётом.

5.3.4. Организация безопасности при проведении учебных занятий. Требования к месту проведения занятий. Зоны отчуждения и защита окружающих. Погодные ограничения.

5.3.5. Безопасная работа с оборудованием. Правила обращения с LiPo-аккумуляторами (зарядка, хранение, утилизация). Работа с вращающимися элементами. Электробезопасность.

5.3.6. Оценка рисков учебного задания. Анализ факторов риска. Планирование действий при нештатных ситуациях. Инструктаж студентов.

5.3.7. Защита персональных данных и результатов съёмки. Съёмка людей и частных территорий. Конфиденциальность информации. Этика применения беспилотных технологий.

5.3.8. Ответственность оператора и образовательной организации. Административная и уголовная ответственность. Страхование рисков.

5.4. Примерные сроки обучения

Форма обучения	Объем	Срок
Профессиональная подготовка	144–256 ч.	1–3 мес.
Переподготовка	256–512 ч.	3–6 мес.
Повышение квалификации	72–144 ч.	2 нед. – 1 мес.

6. Формы и методы обучения

- Теоретические занятия: лекции, вебинары, работа с электронными курсами (LMS).
- Практические занятия: симуляторы, полевые полёты, разбор кейсов, лабораторные работы.
- Производственная практика: стажировки на предприятиях-эксплуатантах БАС.
- Проектное обучение: разработка собственного проекта (мониторинг территории, аэросъёмка объекта и т.д.).
- Соревновательная подготовка: тренировки к чемпионатам «Профессионалы» и «Абилимпикс».
- Наставничество: сопровождение опытным оператором-инструктором.

6.1. Методика дистанционного обучения

6.1.1. Построение онлайн-курса. Синхронный (вебинары) и асинхронный (видеолекции) форматы. Комбинированная модель (blended learning).

6.1.2. Методика проведения вебинаров. Структура занятия: введение, основная часть, закрепление, обратная связь. Поддержание вовлечённости слушателей. Работа с чатом, опросами, демонстрацией экрана.

6.1.3. Запись видеолекций. Сценарий и хронометраж. Технические требования (звук, свет, камера, монтаж). Оптимальная длительность видео (5–15 минут).

6.1.4. Организация работы в системе дистанционного обучения (СДО). Структурирование материалов. Постановка заданий и контроль сроков. Обратная связь и оценивание.

6.1.5. Выбор симуляторов полёта БАС. Учебные цели и задачи. Обзор доступных симуляторов (DRL Simulator, Liftoff, FPV Air 2, Orqa FPV.SkyDive и др.). Технические требования к оборудованию слушателей.

6.1.6. Разработка упражнений в симуляторе. Постановка задачи и критериев выполнения. Градация сложности (от простых маневров к сложным миссиям). Примеры заданий: взлёт/посадка, полёт по маршруту, облёт препятствий, точная посадка.

6.1.7. Виртуальные лабораторные работы. Разбор записей демонстрационных полётов. Работа с готовыми наборами телеметрии. Анализ данных съёмки без собственного полёта.

6.1.8. Обратная связь и сопровождение студентов. Анализ типичных ошибок. Индивидуальные консультации. Групповое обсуждение результатов.

7. Требования к материально-техническому обеспечению

- Учебные дроны (мультироторные и самолётного типа).
- Симуляторы полётов (RealFlight, Liftoff, оригинальные ПО производителей, FPV-симуляторы: DRL Simulator, FPV Air 2, Orqa FPV.SkyDive).
- Полётные контроллеры, приёмопередающая аппаратура, аккумуляторы, ЗИП.
- Паяльные станции, мультиметры, инструменты.
- ПО: Mission Planner, QGroundControl, Agisoft Metashape, Pix4D, ГИС-платформы.
- Оборудованная площадка для полётов (закрытая или открытая с разметкой).
- Средства безопасности: ограждения, аптечка, огнетушитель.

8. Кадровое обеспечение

- Преподаватели и инструкторы должны иметь:
- Профильное образование (авиационное, техническое, инженерное).
- Действующую квалификацию оператора БАС (или подтверждённый опыт полётов).
- Подготовку по методике профессионального обучения (ДПО, не менее 72 ч.).
- Знание актуальной нормативной базы и регулярное повышение квалификации.

9. Оценка качества и контроль результатов

9.1. Формы контроля

- Текущий контроль: тесты, практические задания, наблюдение за полётами.
- Промежуточная аттестация: зачёты по модулям.
- Итоговая аттестация: квалификационный экзамен.

9.2. Критерии оценки практических навыков

- Точность взлёта и посадки.

- Удержание заданной траектории.
- Время выполнения полётного задания.
- Качество собранных данных (снимки, телеметрия).
- Соблюдение правил безопасности.

Конкретные контрольно-измерительные материалы (тесты, ситуационные и расчетные задачи) приведены в (Приложении 4).

9.3. Критерии оценки теоретических знаний

- Знание нормативной базы (Воздушный кодекс РФ, ФАП, постановление № 658).
- Понимание принципов аэродинамики и метеорологии.
- Знание порядка ведения полётной и технической документации.

9.4. Оценка методической готовности педагога

- Наличие рабочей программы и УМК.
- Разработка контрольно-измерительных материалов.
- Проведение открытого занятия.

10. Методическая работа преподавателя и оценивание результатов обучения

10.1. Входная диагностика и текущий контроль знаний

- Определение исходного уровня подготовки студентов. Методы текущего контроля (опросы, тесты, мини-задания).

10.2. Разработка оценочных материалов

- Тесты (закрытые, открытые, на соответствие). Расчётные задачи (выбор высоты полёта, время автономности, площадь съёмки). Ситуационные задания (анализ кейсов, принятие решений).

10.3. Критерии оценки практических работ

- Симуляционные упражнения: точность, время, соблюдение правил.
- Лабораторные работы: правильность сборки, настройки, документирования.
- Работа с данными: качество обработки, интерпретация, оформление.

10.4. Оценка индивидуального вклада в командный проект

- Разделение обязанностей. Само- и взаимооценка участников. Защита проекта.

10.5. Проверка самостоятельности выполнения заданий

- Академическая добросовестность. Методы выявления плагиата и списывания. Формирование культуры честности.

10.6. Подготовка оценочных рубрик

- Критерии и дескрипторы уровней достижения. Развёрнутая обратная связь для студентов.

10.7. Проведение пробного мини-занятия

- Подготовка короткого фрагмента занятия (10–15 минут). Проведение в формате вебинара для коллег-слушателей. Взаимная оценка и конструктивная обратная связь.

10.8. Анализ качества учебного модуля

- Соответствие результатов обучения, содержания и оценивания. Обратная связь от студентов. План доработки и улучшения модуля.

11. Рекомендации по внедрению и развитию

1. Сетевое взаимодействие: партнёрство с вузами (МАИ, СПбГУ ГА, Университет Гражданской авиации), производителями (Геоскан, Аэромакс, ZALA) и эксплуатантами.

2. Участие в региональных УМО: с 2025 года в системе СПО создаются региональные учебно-методические объединения, координирующие разработку программ и качество образования. Преподавателям БАС рекомендуется участвовать в работе таких объединений.

3. Дуальное обучение: совместная разработка программ с работодателями, обучение на реальном оборудовании.

4. Опережающее содержание: включение тем по ИИ в управлении БАС, роевым технологиям, кибербезопасности, противодействию дронам.

5. Цифровизация: использование VR/AR-тренажёров, онлайн-платформ, электронных журналов полётов.

6. Мониторинг рынка труда: регулярный анализ вакансий и корректировка программ под новые компетенции.

7. Безопасность: строгое соблюдение ФАП, разработка локальных инструкций по охране труда и полётам.

12. Ожидаемые результаты

- Готовность выпускников к выполнению трудовых функций оператора и техника БАС.
- Соответствие программ профстандартам и запросам работодателей.
- Повышение престижа профессии и развитие кадрового потенциала региона.
- Снижение рисков при эксплуатации БАС за счёт качественной подготовки.

13. Заключение

Профессиональное обучение в сфере БАС должно быть гибким, практико-ориентированным и непрерывным. Ключевая роль принадлежит преподавателю, владеющему как техническими, так и методическими компетенциями. Только системный подход, современная материальная база и тесная связь с индустрией обеспечат подготовку востребованных специалистов для быстроразвивающегося рынка беспилотной авиации.

Приложение

Приложение 1

Перечень профессиональных компетенций, знаний, умений и практического опыта

1. Обобщённая трудовая функция

Наименование: Управление (контроль) полётом одного судна или нескольких беспилотных воздушных судов с максимальной взлётной массой 30 килограммов и менее.

Уровень квалификации: 3

Возможные наименования должностей: оператор беспилотных авиационных систем, внешний пилот БВС, оператор БПЛА.

2. Трудовые функции и их составляющие

Код	Трудовая функция	Трудовые действия
A/01.3	Подготовка к полёту беспилотного воздушного судна	Проверка комплектности и исправности БВС; предполётный осмотр; проверка заряда АКБ; калибровка датчиков; установка домашней точки; проверка связи с пультом; настройка failsafe; заполнение полётной документации
A/02.3	Управление (контроль) полётом БВС	Запуск БВС; дистанционное пилотирование; контроль параметров полёта; распознавание факторов угроз и ошибок; определение пространственного положения БВС; принятие мер по безопасному выполнению полёта; недопущение посторонних лиц к БАС
A/03.3	Обработка результатов полёта	Выполнение послеполётных работ; извлечение данных; оформление полётной и технической документации (в т.ч. в электронном виде); анализ телеметрии; подготовка отчёта

3. Перечень профессиональных компетенций

3.1. Общие профессиональные компетенции (ОПК)

Код	Наименование компетенции	Показатель освоения
ОПК-1	Способность соблюдать нормативно-правовые требования в сфере использования воздушного пространства РФ	Знает Воздушный кодекс РФ, ФАП, постановление № 658; умеет применять их на практике
ОПК-2	Способность обеспечивать безопасность полётов БВС	Знает факторы угроз и ошибок; умеет принимать меры по их предотвращению
ОПК-3	Способность вести полётную и техническую документацию	Знает требования к оформлению; умеет заполнять документацию, в т.ч. в электронном виде

Код	Наименование компетенции	Показатель освоения
ОПК-4	Способность соблюдать требования охраны труда и электробезопасности	Знает правила работы с LiPo-аккумуляторами, вращающимися элементами; умеет оказывать первую помощь
ОПК-5	Способность работать с цифровыми сервисами журналирования операций	Знает порядок ведения электронного журнала; умеет использовать сервисы цифрового журналирования

3.2. Профессиональные компетенции по трудовым функциям (ПК)
ПК-1. Подготовка к полёту БВС

Код	Компетенция	Знания	Умения	Практический опыт
ПК-1.1	Проведение предполётного осмотра БВС	Конструкция БВС; эксплуатационная документация; перечень типовых неисправностей	Проводить внешний осмотр; проверять комплектность; выявлять повреждения	Выполнение предполётного осмотра по Check-list
ПК-1.2	Проверка систем и оборудования БВС	Принципы работы полётного контроллера, GPS/ГЛОНАСС, компаса, IMU	Калибровать датчики; проверять захват спутников; проверять связь с пультом	Настройка БВС перед полётом
ПК-1.3	Настройка failsafe и геозон	Порядок настройки failsafe; принципы работы геозон	Настраивать RTH; устанавливать ограничения высоты и расстояния	Настройка параметров безопасности перед миссией
ПК-1.4	Оформление полётной документации	Требования к ведению полётной и технической документации	Заполнять журнал полётов; оформлять документацию в электронном виде	Ведение документации перед полётом

ПК-2. Управление (контроль) полётом БВС

Код	Компетенция	Знания	Умения	Практический опыт
ПК-2.1	Запуск и посадка БВС	Порядок запуска и посадки; ограничения по ветру и погоде	Выполнять взлёт, зависание, посадку в ручном и полуавтоматическом режиме	Выполнение взлёта и посадки на полигоне
ПК-2.2	Дистанционное пилотирование	Основы аэродинамики; принципы управления; режимы полёта	Управлять БВС в режимах P, A, FPV; удерживать траекторию	Полёты по квадрату, «восьмёрке», по точкам
ПК-2.3	Контроль параметров полёта	Телеметрия; параметры полёта (высота, скорость, курс, заряд)	Считывать телеметрию; контролировать параметры; корректировать полёт	Мониторинг телеметрии в реальном времени
ПК-2.4	Распознавание факторов угроз и ошибок	Классификация угроз; типичные ошибки оператора	Распознавать угрозы; предотвращать ошибки; принимать меры	Анализ кейсов; отработка в симуляторе
ПК-2.5	Определение пространственного положения БВС	Принципы работы наземной станции управления; ориентирование	Определять положение БВС по данным НСУ; использовать карту	Работа с наземной станцией управления
ПК-2.6	Действия в нештатных и аварийных ситуациях	Порядок действий при отказах; поисково-спасательные работы	Действовать при отказе GPS, компаса, разряде АКБ, потере связи	Отработка нештатных ситуаций в симуляторе и на полигоне
ПК-2.7	Недопущение посторонних лиц к БАС	Порядок действий для недопущения посторонних лиц	Обеспечивать безопасность зоны полётов; удалять посторонних	Организация безопасности на полигоне

ПК-3. Обработка результатов полёта

Код	Компетенция	Знания	Умения	Практический опыт
ПК-3.1	Выполнение послеполётных работ	Порядок послеполётных работ	Отключать питание; извлекать АКБ; осматривать БВС	Выполнение послеполётного осмотра
ПК-3.2	Обработка данных съёмки	Основы фотограмметрии; ПО для обработки	Обрабатывать снимки; строить ортофотоплан; анализировать данные	Обработка данных в Agisoft Metashape, Pix4D
ПК-3.3	Оформление технической документации	Требования к оформлению технической документации	Заполнять журнал; оформлять отчёт; вести документацию в электронном виде	Ведение документации после полёта
ПК-3.4	Анализ телеметрии и подготовка отчёта	Методы анализа телеметрии	Анализировать данные; выявлять отклонения; готовить отчёт	Подготовка отчёта о полёте

4. Матрица соответствия компетенций и модулей программы

Компетенция	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5	Модуль 6
ОПК-1	✓					
ОПК-2			✓		✓	✓
ОПК-3						✓
ОПК-4		✓			✓	✓
ОПК-5						✓
ПК-1.1		✓				✓
ПК-1.2		✓				✓

Компетенция	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5	Модуль 6
ПК-1.3		✓				✓
ПК-1.4	✓					✓
ПК-2.1			✓			✓
ПК-2.2			✓			✓
ПК-2.3			✓			✓
ПК-2.4			✓			✓
ПК-2.5			✓			✓
ПК-2.6			✓			✓
ПК-2.7			✓			✓
ПК-3.1						✓
ПК-3.2				✓		
ПК-3.3						✓
ПК-3.4				✓		

5. Уровни сформированности компетенций

Уровень	Характеристика	Оценка
Пороговый	Слушатель знает основные положения, выполняет задания по образцу	«удовлетворительно»
Повышенный	Слушатель уверенно применяет знания, выполняет задания с незначительными ошибками	«хорошо»
Высокий	Слушатель свободно применяет знания, выполняет задания без ошибок, предлагает решения	«отлично»

Приложение 2

Пример рабочей программы профессионального обучения

Наименование программы: Профессиональная подготовка по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем»

Форма обучения: очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий

Объём программы: 256 академических часов

Срок освоения: 3 месяца

Целевая аудитория: лица, ранее не имевшие профессии рабочего или должности служащего; работники, желающие сменить профиль

Документ по завершении: свидетельство о профессии рабочего, должности служащего.

1. Учебный план:

№	Наименование модуля	Всего часов	Теория	Практика	Форма контроля
1	Введение в БАС. Нормативно-правовая база	20	16	4	тест
2	Устройство и техническое обслуживание БАС	48	24	24	зачёт
3	Основы пилотирования. Симуляторная подготовка	64	16	48	зачёт
4	Целевая нагрузка и обработка данных	40	16	24	проект
5	Безопасность и охрана труда	20	16	4	тест
6	Лётная практика (полигон)	48	—	48	экзамен
7	Итоговая аттестация	16	4	12	квалификационный экзамен
	ИТОГО	**256**	**92**	**164**	

2. Учебно-тематический план по модулям

Модуль 1. Введение в БАС. Нормативно-правовая база (20 ч.)

Тема 1.1. Классификация и типы БАС. Сферы применения (4 ч., теория).

Тема 1.2. Воздушный кодекс РФ. ФАП. Постановление № 658 (6 ч., теория).

Тема 1.3. Учёт и регистрация БВС. Порядок получения разрешений (4 ч., теория).

Тема 1.4. Ответственность оператора и образовательной организации (2 ч., теория).

Тема 1.5. Практическое занятие: анализ кейсов нарушений правил ИВП (4 ч., практика).

Модуль 2. Устройство и техническое обслуживание БАС (48 ч.)

Тема 2.1. Конструкция планера, двигателей, полётного контроллера (8 ч., теория).

Тема 2.2. Системы навигации и связи (GPS/ГЛОНАСС, радиоканалы) (6 ч., теория).

Тема 2.3. Основы электротехники и радиосвязи (6 ч., теория).

Тема 2.4. Настройка ПО полётных контроллеров (Betaflight, ArduPilot, PX4) (4 ч., теория).

Тема 2.5. Практикум: диагностика, ремонт, замена компонентов (16 ч., практика).

Тема 2.6. Практикум: настройка ПО, калибровка датчиков (8 ч., практика).

Модуль 3. Основы пилотирования. Симуляторная подготовка (64 ч.)

Тема 3.1. Аэродинамика и метеорология (6 ч., теория).

Тема 3.2. Правила ведения радиосвязи. Фразеология (4 ч., теория).

Тема 3.3. Действия в нештатных ситуациях (6 ч., теория).

Тема 3.4. Практикум: базовые упражнения в симуляторе (взлёт, зависание, посадка) (16 ч., практика).

Тема 3.5. Практикум: простые фигуры (квадрат, «восьмёрка») (16 ч., практика).

Тема 3.6. Практикум: моделирование отказов (отказ GPS, разряд батареи, порыв ветра) (8 ч., практика).

Тема 3.7. Практикум: FPV-пилотирование (8 ч., практика).

Модуль 4. Целевая нагрузка и обработка данных (40 ч.)

Тема 4.1. Фото- и видеосъёмка, тепловизионная съёмка (6 ч., теория).

Тема 4.2. Основы фотограмметрии (6 ч., теория).

Тема 4.3. Обработка данных в ГИС и специализированном ПО (4 ч., теория).

Тема 4.4. Практикум: съёмка объекта, обработка в Agisoft Metashape (16 ч., практика).

Тема 4.5. Практикум: построение ортофотоплана, анализ данных (8 ч., практика).

Модуль 5. Безопасность и охрана труда (20 ч.)

Тема 5.1. Техника безопасности при полётах и ремонте (4 ч., теория).

Тема 5.2. Пожарная безопасность. Электробезопасность (4 ч., теория).

Тема 5.3. Правила обращения с LiPo-аккумуляторами (4 ч., теория).

Тема 5.4. Первая помощь (4 ч., теория).

Тема 5.5. Практикум: отработка действий при возгорании, эвакуация (4 ч., практика).

Модуль 6. Лётная практика (48 ч.)

Тема 6.1. Предполётный осмотр (Check-list). Инструктаж по ТБ (4 ч., практика).

Тема 6.2. Взлёт, зависание, посадка (12 ч., практика).

Тема 6.3. Полёт по квадрату, «восьмёрка» (12 ч., практика).

Тема 6.4. Полёт по точкам (миссии) (8 ч., практика).

Тема 6.5. Фото- и видеосъёмка с БПЛА (8 ч., практика).

Тема 6.6. Действия в нештатных ситуациях (4 ч., практика).

Модуль 7. Итоговая аттестация (16 ч.)

Тема 7.1. Подготовка к экзамену (4 ч., теория).

Тема 7.2. Квалификационный экзамен: теория (4 ч., практика).

Тема 7.3. Квалификационный экзамен: практика (защита работы) (8 ч., практика).

3. Календарный учебный график (пример)

Неделя	Модуль	Часы	Форма занятий
1–2	Модуль 1	20	лекции, вебинары
3–5	Модуль 2	48	лекции, практикум
6–8	Модуль 3	64	лекции, симуляторы
9–10	Модуль 4	40	лекции, практикум
11	Модуль 5	20	лекции, практикум
12	Модуль 6	48	полевые полёты
13	Модуль 7	16	экзамен

Приложение 3

Чек-лист предполётного осмотра БВС (Check-list)

Дата: _____ Время: _____ Место: _____

Оператор (ПИК): _____ Подпись: _____

Модель БВС: _____ Серийный номер: _____

Тип миссии: _____ Продолжительность: _____

Раздел 1. Воздушное пространство и разрешения

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
1.1	Воздушное пространство	Свободно / разрешение получено	☐
1.2	Зоны ограничения полётов	Проверены, конфликтов нет	☐
1.3	Разрешение на использование ВП	Имеется (при необходимости)	☐
1.4	Уведомление органов ОВД	Выполнено (при необходимости)	☐

Раздел 2. Метеорологические условия

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
2.1	Скорость ветра	Не превышает ограничений производителя (рекомендуется < 10 м/с)	☐
2.2	Порывы ветра	Не превышают 15 м/с	☐
2.3	Осадки	Отсутствуют	☐
2.4	Видимость	Не менее 3 км	☐
2.5	Температура воздуха	В пределах эксплуатационных ограничений	☐

Раздел 3. Место взлёта и посадки

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
3.1	Площадка	Ровная, твёрдая, без препятствий	☐
3.2	Радиус безопасности	Не менее 25 м свободно от людей и объектов	☐

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
3.3	Препятствия	Отсутствуют в зоне взлёта/посадки	☐
3.4	Посторонние лица	Удалены на безопасное расстояние	☐
3.5	Ограждение	Установлено (при необходимости)	☐

Раздел 4. Осмотр БВС (внешний)

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
4.1	Корпус	Без трещин, сколов, деформаций	☐
4.2	Лучи (arms)	Развёрнуты, зафиксированы	☐
4.3	Пропеллеры	Без трещин, сколов; правильно установлены	☐
4.4	Двигатели	Вращаются свободно, без люфта	☐
4.5	Подвес (gimbal)	Защита снята, движется свободно	☐
4.6	Камера	Чистая, объектив без повреждений	☐
4.7	Датчики	Не закрыты, не загрязнены	☐
4.8	Шасси	Исправны, фиксация надёжна	☐

Раздел 5. Аккумуляторы и питание

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
5.1	Полётный аккумулятор	Заряжен ≥ 95%	☐
5.2	Внешний вид АКБ	Без вздутий, повреждений, следов перегрева	☐
5.3	Температура АКБ	В пределах 10–40°C	☐
5.4	Крепление АКБ	Надёжно зафиксирован	☐
5.5	Разъёмы	Чистые, без окисления, плотно соединены	☐
5.6	Пульт управления	Заряжен ≥ 75%	☐
5.7	Наземная станция	Заряжена, работает	☐

Раздел 6. Системы и ПО

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
6.1	Прошивка БВС	Актуальная версия	☐
6.2	Прошивка пульта	Актуальная версия	☐
6.3	Компас	Калиброван, статус «норма»	☐
6.4	IMU	Калиброван, статус «норма»	☐
6.5	GPS/ГЛОНАСС	Захвачено ≥ 10 спутников	☐
6.6	Карта памяти	Вставлена, отформатирована	☐
6.7	Предупреждения в приложении	Отсутствуют	☐

Раздел 7. Настройки перед взлётом

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
7.1	Домашняя точка (Home Point)	Установлена, подтверждена	☐
7.2	Высота возврата (RTH)	Выше препятствий в зоне полёта	☐
7.3	Поведение RTH	Понятно (hover / land / return)	☐
7.4	Ограничение высоты	Установлено в соответствии с миссией	☐
7.5	Геозона (Geofence)	Настроена при необходимости	☐
7.6	Режим управления	Установлен (обычно P-mode)	☐
7.7	Failsafe	Настроен (RTH при потере сигнала)	☐

Раздел 8. Миссия и план полёта

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
8.1	Цель миссии	Ясна, понятна	☐

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
8.2	Маршрут	Спланирован, загружен	☐
8.3	Точки возврата	Определены	☐
8.4	Аварийные площадки	Определены	☐
8.5	VLOS (визуальный контакт)	Обеспечен на всём маршруте	☐
8.6	Действия при потере связи	Определены, согласованы	☐

Раздел 9. Экипаж и брифинг

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
9.1	Инструктаж экипажа	Проведён	☐
9.2	Роли распределены	ПИК, наблюдатель	☐
9.3	Связь между членами экипажа	Установлена	☐
9.4	Посторонние проинструктированы	Удалены из зоны	☐

Раздел 10. Послеполётный чек-лист (заполняется после посадки)

№	Проверка	Допустимое состояние	Отметка
10.1	Двигатели выключены	Disarm выполнен	☐
10.2	Питание БВС	Отключено	☐
10.3	Пульт	Выключен	☐
10.4	Аккумуляторы	Извлечены, охлаждены	☐
10.5	Осмотр БВС	Без повреждений	☐
10.6	Данные	Скопированы, сохранены	☐
10.7	Документация	Заполнена	☐
10.8	Дебрифинг	Проведён с экипажем	☐

Инструкция по использованию чек-листа

1. **Порядок важен.** Проходите пункты последовательно, не пропуская.

2. **Стоп при проблеме.** Если пункт не выполнен — **СТОП!** Устраните проблему до продолжения.
3. **Фиксация.** Отмечайте каждый пункт галочкой ☐.
4. **Подпись.** По завершении осмотра ПИК ставит подпись.
5. **Хранение.** Чек-листы хранятся в журнале полётов не менее 1 года.

Критерии допуска к полёту
Полёт разрешён, если ВСЕ пункты разделов 1–9 отмечены.
Полёт запрещён, если:

- Ветер превышает ограничения производителя;
- Аккумулятор повреждён или заряжен < 75%;
- GPS захватил < 10 спутников;
- Обнаружены механические повреждения;
- Посторонние лица в зоне взлёта/посадки;
- Домашняя точка не установлена;
- Присутствуют предупреждения в приложении.

Приложение 4

Пример контрольно-измерительных материалов

1. Тестовые задания (закрытого типа)

Вопрос 1. Какова максимальная взлётная масса БВС, подлежащих обязательному государственному учёту согласно Постановлению Правительства РФ № 658?

а) от 0,15 кг до 30 кг

б) от 0,25 кг до 30 кг

в) от 0,15 кг до 25 кг

г) от 0,5 кг до 30 кг

Правильный ответ: а.

Вопрос 2. Что необходимо сделать перед первым полётом БВС?

а) получить разрешение в Росавиации

б) поставить БВС на государственный учёт

в) застраховать БВС

г) уведомить местные органы власти

Правильный ответ: б.

Вопрос 3. Какое минимальное количество спутников должно быть захвачено для безопасного полёта?

а) 4

б) 6

в) 10

г) 12

Правильный ответ: в.

2. Ситуационные задачи

Задача 1. Во время полёта БВС потерял сигнал GPS. Ваши действия?

Эталонный ответ:

1. Переключить БВС в режим Atti (при наличии).
2. Оценить пространственное положение визуально.
3. При потере связи — активировать RTH (если настроен).
4. Если RTH не сработал — выполнить аварийную посадку в безопасном месте.
5. После посадки — выключить питание, осмотреть БВС, зафиксировать инцидент в журнале.

Задача 2. При предполётном осмотре обнаружено вздутие LiPo-аккумулятора. Ваши действия?

Эталонный ответ:

1. Немедленно отстранить аккумулятор от использования.
2. Поместить в огнеупорный контейнер.
3. Не заряжать, не использовать.
4. Утилизировать согласно инструкции.
5. Зафиксировать в журнале.

3. Расчётные задачи

Задача 1. БВС имеет время автономной работы 25 минут. Какова максимальная площадь съёмки при скорости 5 м/с и ширине захвата 50 м?

Решение:

Путь = 25 мин × 60 с × 5 м/с = 7500 м.

Площадь = 7500 м × 50 м = 375 000 м² = 37,5 га.

Задача 2. Ветер на высоте полёта 10 м/с, порывы до 14 м/с. Допустим ли полёт, если ограничение производителя — 12 м/с?

Решение:

Порывы превышают ограничение (14 > 12). Полёт **запрещён**.

4. Критерии оценки

Форма задания	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»
Тест	90–100%	75–89%	60–74%
Ситуационная задача	Полный, логичный ответ	Незначительные неточности	Частичный ответ
Расчётная задача	Верное решение, оформление	Верное решение, мелкие ошибки	Решение с ошибками

Приложение 5

Сводная таблица компетенций

Код	Наименование компетенции	Трудовая функция	Уровень
ОПК-1	Соблюдение нормативно-правовых требований	A/01.3–A/03.3	3
ОПК-2	Обеспечение безопасности полётов	A/02.3	3
ОПК-3	Ведение документации	A/01.3, A/03.3	3
ОПК-4	Охрана труда и электробезопасность	A/01.3–A/03.3	3
ОПК-5	Работа с цифровыми сервисами	A/03.3	3
ПК-1.1	Предполётный осмотр	A/01.3	3
ПК-1.2	Проверка систем	A/01.3	3
ПК-1.3	Настройка failsafe	A/01.3	3
ПК-1.4	Оформление документации	A/01.3	3
ПК-2.1	Запуск и посадка	A/02.3	3
ПК-2.2	Дистанционное пилотирование	A/02.3	3
ПК-2.3	Контроль параметров	A/02.3	3
ПК-2.4	Распознавание угроз	A/02.3	3
ПК-2.5	Определение положения	A/02.3	3
ПК-2.6	Нештатные ситуации	A/02.3	3
ПК-2.7	Недопущение посторонних	A/02.3	3
ПК-3.1	Послеполётные работы	A/03.3	3
ПК-3.2	Обработка данных	A/03.3	3
ПК-3.3	Техническая документация	A/03.3	3
ПК-3.4	Анализ телеметрии	A/03.3	3

Методические рекомендации разработаны на основе профессионального стандарта «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлётной массой 30 кг и менее», утверждённого приказом Минтруда России от 14 сентября 2022 года № 526н.