

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ЦЕНТР РОБОТОТЕХНИКИ И БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ ЭЛЕРОН»**

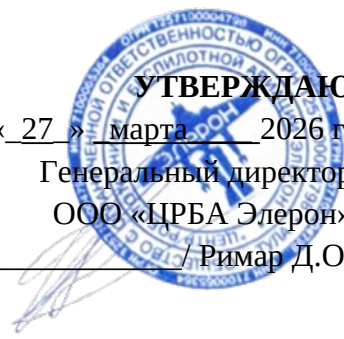
УТВЕРЖДАЮ

Приказ № 33А от « 27 » марта 2026 г.

Генеральный директор

ООО «ЦРБА Элерон»

_____ / Римар Д.О.



**Дополнительная профессиональная программа —
программа повышения квалификации
«Аналитик данных, полученных с использованием БПЛА»
(объем программы — 40 академических часов)**

г. Тула, 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов программы	Страница
1	Пояснительная записка	3
2	Учебный план	6
3	Календарный учебный график	8
4	Содержание рабочей программы	9
5	Организационно-педагогические условия реализации программы	12
6	Формы контроля	13
7	Методические рекомендации	14
8	Список использованных источников и литературы	14
9	Приложения	15

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная профессиональная программа — программа повышения квалификации «Аналитик данных, полученных с использованием БПЛА» (DRONE DATA ANALYSIS) направлена на формирование и совершенствование компетенций слушателей в области приема, структурирования, обработки, анализа и представления данных, полученных с применением беспилотных летательных аппаратов.

Программа ориентирована на подготовку специалиста, который работает не только с готовыми изображениями, но и с полным циклом данных мониторинговой миссии: понимает задачу съемки, оценивает качество исходных материалов, выбирает программное обеспечение, выполняет обработку данных, создает ортофотопланы, цифровые модели местности и рельефа, 3D-модели, анализирует индексы вегетации и оформляет результат в виде отчета.

1.1. Нормативно-правовые и методические основания разработки программы

Нормативную, методическую и организационную основу программы составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.03.2025 № 266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Воздушный кодекс Российской Федерации;
- Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации;
- действующие нормативные правовые акты Российской Федерации, регулирующие эксплуатацию БАС, выполнение полетов БВС, учет БВС, безопасность работ и ответственность за нарушение правил использования воздушного пространства;
- национальные стандарты и методические документы, применимые к аэрофотосъемке, аэрофототопографической съемке, ортофотопланам, цифровым моделям местности, цифровым моделям рельефа и результатам обработки данных БПЛА;
- руководства пользователя к программному обеспечению, применяемому для фотограмметрической обработки, работы с ГИС, анализа изображений и подготовки отчетных материалов;
- локальные нормативные акты образовательной организации, регулирующие образовательный процесс, текущий контроль и итоговую аттестацию слушателей.

1.2. Актуальность программы

Рост применения БПЛА в мониторинге территорий, сельском хозяйстве, строительстве, инфраструктурных обследованиях, экологии, картографии и промышленном контроле создает потребность не только в операторах, выполняющих полет, но и в специалистах, способных грамотно обработать и интерпретировать полученные данные.

На практике ценность миссии определяется не самим фактом полета, а качеством итогового результата: ортофотоплана, цифровой модели, 3D-модели, карты индексов, аналитической схемы или отчета. Поэтому аналитик данных с БПЛА должен понимать связь между параметрами съемки, качеством исходных файлов, точностью геопривязки, возможностями программного обеспечения и ограничениями итоговой интерпретации.

1.3. Цель программы

Цель программы — сформировать у слушателей компетенции, необходимые для обработки и первичного анализа данных, полученных с использованием БПЛА, включая работу с программным обеспечением, оценку качества исходных материалов, создание цифровых продуктов обработки и подготовку отчетных материалов для задач мониторинга.

1.4. Задачи освоения программы

- сформировать понимание роли аналитика данных в общем цикле БАС-миссии: полет — сбор данных — обработка — анализ — отчет;
- познакомить слушателей с видами данных, получаемых с БПЛА: RGB-снимки, видео, тепловизионные, мультиспектральные и фотограмметрические данные;
- сформировать представление о полезных нагрузках, влияющих на состав и качество исходных данных;
- изучить основы спутниковой навигации, координатной привязки, технологий RTK и PPK;
- сформировать представление о машинном зрении и применении технологий искусственного интеллекта в анализе данных БПЛА;
- изучить индексы вегетации и особенности их применения в сельскохозяйственном и экологическом мониторинге;
- познакомить слушателей с нормативной и методической базой, применимой к выполнению аэрофотосъемки и обработке ее результатов;
- сформировать практико-ориентированные навыки создания цифровой модели местности, цифровой модели рельефа и 3D-модели;
- сформировать навыки подготовки понятного и проверяемого аналитического результата для заказчика или внутреннего пользователя.

1.5. Планируемые результаты обучения

По итогам освоения программы слушатель должен:

- понимать назначение и место аналитика данных в полном цикле применения БПЛА;
- различать виды исходных данных и понимать, какими полезными нагрузками они получены;
- оценивать качество исходных материалов: полноту покрытия, резкость, экспозицию, перекрытие, геопривязку, наличие пропусков и технических дефектов;
- понимать значение GSD, координатной точности, RTK/PPK и метаданных для обработки данных;
- ориентироваться в программном обеспечении для фотограмметрии, ГИС-анализа, просмотра метаданных и подготовки отчетных материалов;
- создавать и интерпретировать базовые продукты обработки: ортофотоплан, цифровую модель местности, цифровую модель рельефа, 3D-модель;
- понимать смысл индексов вегетации и ограничения их применения;
- понимать базовые принципы машинного зрения и роль ИИ в обработке данных БПЛА;
- оформлять результаты обработки в виде краткого аналитического отчета с указанием исходных данных, методов, результатов и ограничений достоверности.

1.6. Адресат программы

Программа предназначена для лиц, имеющих или получающих среднее профессиональное и (или) высшее образование, заинтересованных в освоении компетенций обработки и анализа данных, получаемых с применением БПЛА. Программа может быть полезна операторам БАС, начинающим специалистам по обработке данных, сотрудникам организаций, применяющих

беспилотную съемку, а также слушателям, планирующим работать с результатами аэрофотосъемки, мониторинга и цифрового моделирования.

1.7. Перечень профессиональных компетенций, формируемых по итогам обучения

Код	Компетенция
ОПК-1	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач обработки данных, полученных с применением БПЛА.
ПК-1	Способен принимать, структурировать и проверять исходные данные мониторинговой миссии, полученные с использованием БПЛА.
ПК-2	Способен выполнять первичную фотограмметрическую обработку данных и формировать цифровые продукты обработки.
ПК-3	Способен анализировать данные RGB, мультиспектральной и иной полезной нагрузки с учетом задач мониторинга и ограничений интерпретации.
ПК-4	Способен подготавливать аналитический отчет по результатам обработки данных БПЛА и представлять выводы в понятной и проверяемой форме.

1.8. Планируемые результаты освоения программы по видам деятельности

Вид деятельности	Практические действия	Необходимые умения	Необходимые знания
Прием и оценка исходных данных	Получение файлов съемки, проверка структуры папок, метаданных, покрытия, резкости, полноты и пригодности материалов.	Проверять исходные фото- и видеоматериалы, выявлять дефекты съемки, определять необходимость повторной обработки или повторной съемки.	Виды данных БПЛА, параметры качества, GSD, перекрытие, метаданные, типовые ошибки съемки.
Фотограмметрическая обработка	Загрузка данных в ПО, настройка проекта, создание ортофотоплана, ЦММ/ЦМР, 3D-модели.	Работать с базовым интерфейсом профильного ПО, создавать проекты обработки, контролировать результат и сохранять выходные материалы.	Основы фотограмметрии, принципы ортофотоплана, цифровых моделей, облака точек, сетки и текстурирования.
Анализ и интерпретация	Работа с индексами вегетации, визуальное сравнение участков, выявление аномалий и ограничений.	Анализировать карты и модели, формулировать осторожные выводы, отличать факт наблюдения от экспертного диагноза.	Индексы вегетации, полезные нагрузки, машинное зрение, нормативные и методические ограничения.
Подготовка отчета	Структурирование результатов, описание методов обработки, выводов и ограничений достоверности.	Готовить краткий отчет, таблицу результатов, схемы, приложения и перечень передаваемых файлов.	Структура аналитического отчета, требования к понятности, проверяемости и воспроизводимости результатов.

1.9. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение

К освоению программы допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование, а также лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование. Наличие предварительного опыта пилотирования БВС не является обязательным.

Желательны базовые навыки работы с персональным компьютером, файлами, таблицами, картографическими сервисами и изображениями.

1.10. Трудоемкость обучения

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе составляет 40 академических часов, в том числе 16,5 академических часа теоретических занятий, 22,5 академических часа самостоятельной практико-ориентированной работы и 1 академический час итоговой аттестации.

1.11. Форма обучения и режим занятий

Форма обучения: очная или очно-заочная с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий для теоретической части и самостоятельной практико-ориентированной работы. Работа с программным обеспечением может выполняться на учебных данных, предоставленных образовательной организацией, либо на демонстрационных наборах данных.

Режим занятий устанавливается расписанием образовательной организации. Рекомендуемая продолжительность освоения программы — от 1 до 3 недель в зависимости от интенсивности занятий и формата выполнения самостоятельных заданий.

1.12. Форма организации учебного процесса

Учебный процесс организуется в форме лекций, демонстраций, разбора учебных кейсов, самостоятельной работы с наборами данных, проверки заданий, консультаций и итогового тестирования. Практико-ориентированная часть выполняется преимущественно в формате самостоятельной работы с исходными материалами и программным обеспечением.

1.13. Документ о квалификации

Лицу, успешно освоившему программу и прошедшему итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем	Всего ак. часов	Теоретические занятия	Самостоятельные занятия	Практические занятия	Контроль
1.	Модуль 1. Теоретическая подготовка					
1.1	Тема 1. Вводная лекция	7	2	5	0	Проверка задания
1.2	Тема 2. Первая практика. Знакомство с ПО	5	3	2	0	Проверка задания
1.3	Тема 3. Полезные нагрузки. Классификация и анализ результатов	2,5	2,5	0	0	Устный опрос
1.4	Тема 4. Спутниковая навигация. Технологии RTK и РРК	1,5	1,5	0	0	Устный опрос
1.5	Тема 5. Машинное зрение. Принципы применения технологий ИИ в сфере беспилотной авиации	3,5	2	1,5	0	Проверка задания

№ п/п	Наименование тем	Всего ак. часов	Теоретические занятия	Самостоятельные занятия	Практические занятия	Контроль
	Итого по модулю 1	19,5	11	8	0	
2.	Модуль 2. Разбор специальных тем					
2.1	Тема 6. Индексы вегетации	4	1	3	0	Проверка задания
2.2	Тема 7. Нормативно-правовая база. Нормы и документы, регламентирующие выполнение АФС и обработку ее результатов	5,5	1,5	4	0	Проверка задания
	Итого по модулю 2	9,5	2,5	7	0	
3.	Модуль 3. Практическая отработка					
3.1	Тема 8. Вторая практика. Создание ЦММ и ЦМР	3	1	2	0	Проверка результата
3.2	Тема 9. Третья практика. Создание 3D-модели	7	2	5	0	Проверка результата
	Итого по модулю 3	10	3	7	0	
4.	Итоговая аттестация					
4.1	Итоговое тестирование	1	0	0	0	1
	Всего часов	40	16,5	22,5	0	1

Примечание: распределение часов по программе составляет 40 академических часов: 16,5 академических часа теоретических занятий, 22,5 академических часа самостоятельной практико-ориентированной работы, 1 академический час итоговой аттестации. Полевая летная практика в программе не предусмотрена; работа строится вокруг анализа и обработки данных, полученных с использованием БПЛА.

III. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Начало обучения — по мере комплектования учебных групп. Набор в учебные группы осуществляется в течение календарного года. Продолжительность обучения определяется расписанием образовательной организации. Рекомендуемый вариант реализации — 2 недели при интенсивном графике или до 3 недель при очно-заочном формате.

№ занятия	Тема	Часы	Период обучения
1	Вводная лекция. Роль аналитика данных в цикле БПЛА-миссии	7	1 неделя
2	Первая практика. Знакомство с программным обеспечением и структурой проекта	5	1 неделя
3	Полезные нагрузки. Классификация данных и анализ исходных материалов	2,5	1 неделя

№ занятия	Тема	Часы	Период обучения
4	Спутниковая навигация. Координаты, RTK и РРК в обработке данных	1,5	1 неделя
5	Машинное зрение и применение технологий ИИ в беспилотной авиации	3,5	1 неделя
6	Индексы вегетации и их применение в анализе данных БПЛА	4	2 неделя
7	Нормативно-правовая база АФС и обработки результатов	5,5	2 неделя
8	Вторая практика. Создание цифровой модели местности и цифровой модели рельефа	3	2 неделя
9	Третья практика. Создание 3D-модели	7	2 неделя
10	Итоговое тестирование	1	2 неделя
	Итого	40	

IV. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Вводная лекция — 7 ак.ч.

Содержание занятий:

- роль аналитика данных в общем цикле работ с БПЛА;
- отличие оператора БАС от аналитика данных;
- жизненный цикл данных: задача, съемка, выгрузка, проверка, обработка, анализ, отчет;
- типы результатов: фотоотчет, ортофотоплан, 3D-модель, ЦММ, ЦМР, карта индексов, аналитическая схема;
- структура проекта обработки и требования к исходным данным;
- типовые ошибки: потеря исходников, отсутствие метаданных, смешение файлов разных вылетов, отсутствие описания условий съемки.

Результат освоения раздела: Слушатель понимает место аналитика данных в миссии и может описать полный путь данных от БПЛА до отчета.

Самостоятельная работа: Составить схему жизненного цикла данных БПЛА и указать, какие решения принимает аналитик на каждом этапе.

Раздел 2. Первая практика. Знакомство с ПО — 5 ак.ч.

Содержание занятий:

- обзор программного обеспечения для фотограмметрии, ГИС и первичной обработки;
- создание проекта обработки;
- импорт снимков и проверка метаданных;
- работа с папками, исходными файлами, результатами и резервными копиями;
- первичная оценка качества набора данных;
- экспорт промежуточных и итоговых материалов.

Результат освоения раздела: Слушатель ориентируется в базовой структуре программного проекта и понимает, как безопасно работать с исходными данными.

Самостоятельная работа: Создать учебную структуру проекта: исходные данные, обработка, результаты, отчет, резервная копия.

Раздел 3. Полезные нагрузки. Классификация данных и анализ исходных материалов — 2,5 ак.ч.

Содержание занятий:

- RGB-камеры, тепловизоры, мультиспектральные камеры, LiDAR и другие типы полезной нагрузки;
- какие данные формирует каждая полезная нагрузка;
- связь полезной нагрузки с задачей мониторинга;
- ограничения качества данных: разрешение, фокус, шум, искажения, синхронизация, метаданные;
- первичный анализ исходных файлов и определение пригодности данных.

Результат освоения раздела: Слушатель понимает, каким образом тип полезной нагрузки влияет на структуру и смысл данных.

Самостоятельная работа: Составить таблицу: полезная нагрузка — тип данных — область применения — основные ограничения.

Раздел 4. Спутниковая навигация. Технологии RTK и PPK — 1,5 ак.ч.

Содержание занятий:

- роль координатной привязки в обработке данных БПЛА;
- ГНСС, координаты снимков и метаданные;
- разница между детализацией изображения и точностью координат;
- RTK как технология уточнения координат в реальном времени;
- PPK как технология уточнения координат после полета;
- ошибки координатной привязки и их влияние на ортофотоплан, ЦММ, ЦМР и 3D-модель.

Результат освоения раздела: Слушатель понимает, зачем в обработке данных нужны RTK/PPK и как они связаны с итоговой точностью результатов.

Самостоятельная работа: Описать, когда для обработки данных достаточно штатной ГНСС-привязки, а когда желательно применять RTK/PPK.

Раздел 5. Машинное зрение и технологии ИИ в сфере беспилотной авиации — 3,5 ак.ч.

Содержание занятий:

- понятие машинного зрения;
- распознавание объектов, классификация, сегментация, детекция изменений;
- примеры применения ИИ в анализе данных БПЛА;
- подготовка данных для алгоритмов машинного зрения;
- ограничения ИИ: качество обучающих данных, ложные срабатывания, необходимость проверки человеком;
- этические и организационные ограничения применения автоматического анализа.

Результат освоения раздела: Слушатель понимает базовые принципы машинного зрения и роль человека при проверке результатов автоматического анализа.

Самостоятельная работа: Привести пример задачи, где ИИ может помочь при анализе данных БПЛА, и указать возможные ограничения результата.

Раздел 6. Индексы вегетации — 4 ак.ч.

Содержание занятий:

- видимый и ближний инфракрасный диапазоны;
- понятие спектрального канала;
- общий смысл вегетационных индексов;
- NDVI и другие индексы как инструмент выявления неоднородности растительности;
- условия съемки, влияющие на корректность индексов;
- ограничения интерпретации: индекс показывает зону внимания, но не ставит агрономический диагноз.

Результат освоения раздела: Слушатель понимает назначение индексов вегетации и умеет осторожно формулировать выводы по картам индексов.

Самостоятельная работа: По учебной карте индексов выделить зоны неоднородности и сформулировать ограничения интерпретации.

Раздел 7. Нормативно-правовая база. Нормы и документы, регламентирующие выполнение АФС и обработку ее результатов — 5,5 ак.ч.

Содержание занятий:

- различие между мониторинговой съемкой, аэрофотосъемкой и аэрофототопографическими работами;
- общие требования к использованию данных, полученных с БПЛА;
- нормативная логика качества: объект, назначение съемки, параметры, контроль, оформление результата;
- требования к ортофотопланам, цифровым моделям, отчетным материалам и передаче данных;
- ограничения применения результатов: когда нужен профильный специалист, геодезист, кадастровый инженер или эксперт;
- ответственное оформление выводов в отчете.

Результат освоения раздела: Слушатель понимает, что обработанные данные БПЛА должны соответствовать задаче, уровню точности и допустимой области применения.

Самостоятельная работа: Составить краткий перечень документов и параметров, которые необходимо указать в отчете по обработке данных.

Раздел 8. Вторая практика. Создание ЦММ и ЦМР — 3 ак.ч.

Содержание занятий:

- понятие цифровой модели местности и цифровой модели рельефа;
- импорт исходных данных;
- построение облака точек и поверхности;
- классификация объектов и рельефа в учебном наборе данных;
- проверка артефактов и ошибок построения;
- экспорт результатов и описание ограничений.

Результат освоения раздела: Слушатель получает практическое представление о создании ЦММ и ЦМР на учебных данных.

Самостоятельная работа: Создать учебный результат ЦММ/ЦМР и описать его пригодность и ограничения.

Раздел 9. Третья практика. Создание 3D-модели — 7 ак.ч.

Содержание занятий:

- принцип построения 3D-модели по снимкам;
- выравнивание фотографий;
- построение плотного облака точек;
- создание сетки и текстуры;
- ошибки 3D-моделей: дырки, шум, искажения, плохая текстура, недостаток ракурсов;
- экспорт и представление 3D-модели;
- подготовка краткого описания результата.

Результат освоения раздела: Слушатель умеет выполнить учебный цикл построения 3D-модели и объяснить факторы, повлиявшие на ее качество.

Самостоятельная работа: Создать учебную 3D-модель на предоставленном наборе данных и подготовить краткое описание качества результата.

Раздел 10. Итоговая аттестация — 1 ак.ч.

Содержание занятий:

- итоговое тестирование по основным темам программы;
- проверка понимания роли аналитика данных;
- проверка знаний по видам данных, ПО, RTK/PPK, индексам вегетации, нормативной логике АФС, ЦММ/ЦМР и 3D-моделям.

Результат освоения раздела: Слушатель подтверждает освоение основных понятий и логики обработки данных БПЛА.

Самостоятельная работа: Итоговое тестирование.

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы образовательная организация обеспечивает аудиторию для теоретических занятий, компьютерные рабочие места или возможность использования личных компьютеров слушателей, демонстрационные наборы данных БПЛА, программное обеспечение для просмотра, обработки и анализа данных, а также учебно-методические материалы.

- персональные компьютеры или ноутбуки;
- мультимедийное оборудование;
- учебные наборы данных БПЛА: фото, метаданные, материалы для фотограмметрии, карты индексов;
- программное обеспечение для фотограмметрической обработки, ГИС-анализа, просмотра изображений и подготовки отчетов;
- инструкции по работе с программным обеспечением;
- шаблоны структуры проекта, чек-листы качества данных и формы отчетов.

5.2. Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение включает рабочую программу, календарный график, презентационные материалы, задания для самостоятельной работы, демонстрационные наборы

данных, инструкции по выполнению обработки, чек-листы качества, тестовые материалы и критерии итоговой аттестации.

5.3. Кадровые условия

Реализация программы обеспечивается педагогическими работниками и специалистами, обладающими знаниями в области обработки данных БПЛА, фотограмметрии, ГИС, мониторинга, полезных нагрузок и подготовки отчетных материалов. К проведению отдельных занятий могут привлекаться специалисты-практики, имеющие опыт обработки данных БПЛА и выполнения прикладных аналитических задач.

5.4. Информационные условия

Слушателям предоставляется доступ к учебным материалам, заданиям, демонстрационным данным и формам отчетности. При применении электронного обучения используются образовательная платформа, электронная почта, мессенджеры, облачные хранилища или иные средства коммуникации, обеспечивающие получение материалов и обратную связь с преподавателем.

VI. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

Оценка качества освоения программы проводится в отношении соответствия результатов освоения заявленным целям, задачам и планируемым результатам обучения. Контроль включает текущий контроль, проверку самостоятельных заданий и итоговую аттестацию.

6.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в процессе занятий и включает устный опрос, проверку понимания терминологии, разбор учебных кейсов, проверку структуры проекта, анализ ошибок в исходных данных и обсуждение выполненных заданий.

6.2. Проверка самостоятельной работы

Проверка самостоятельной работы проводится по завершении отдельных тем. Оцениваются полнота выполнения задания, логика структуры проекта, корректность анализа данных, качество формулировок, аккуратность работы с файлами и способность указать ограничения результата.

6.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация проводится в форме итогового тестирования. Проверяются знания по вводному блоку, программному обеспечению, полезным нагрузкам, ГНСС, РТК/РРК, машинному зрению, индексам вегетации, нормативной логике АФС и практическим результатам обработки данных.

Критерий	Максимум, баллов
Понимание роли аналитика данных БПЛА	10
Знание видов данных и полезных нагрузок	15

Понимание ПО и структуры проекта обработки	15
Понимание RTK/PPK, GSD и качества геопривязки	15
Знание индексов вегетации и ограничений интерпретации	15
Понимание ЦММ, ЦМР и 3D-моделей	15
Знание нормативной логики АФС и отчетности	15
Итого	100

Итоговая оценка: «зачтено» — от 70 баллов; «не зачтено» — менее 70 баллов. При получении оценки «не зачтено» слушателю может быть предоставлена возможность повторной аттестации в порядке, установленном локальными актами образовательной организации.

VII. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Программа рекомендуется к реализации по принципу постепенного усложнения: от понимания роли аналитика данных и структуры исходных материалов — к работе с ПО, полезными нагрузками, координатной привязкой, индексами, нормативной логикой и созданию цифровых продуктов обработки.

- при изучении вводного раздела показывать полный жизненный цикл данных БПЛА от съемки до отчета;
- при знакомстве с ПО использовать реальные или учебные наборы данных, чтобы слушатель видел связь между файлами и результатом;
- при изучении полезных нагрузок связывать тип сенсора с видом итоговых данных;
- при разборе RTK/PPK объяснять разницу между детализацией изображения и точностью координатной привязки;
- при изучении индексов вегетации подчеркивать, что индекс показывает зону внимания, а не окончательный диагноз;
- при работе с ЦММ, ЦМР и 3D-моделями обязательно обсуждать артефакты и ограничения результата;
- при итоговом контроле оценивать не только знание терминов, но и способность слушателя объяснить, почему результат обработки может быть пригоден или непригоден для задачи.

VIII. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

8.1. Нормативные правовые акты и методические документы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.05.2019 № 658 «Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов».
5. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.03.2025 № 266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

6. Национальные стандарты и методические документы, применимые к аэрофотосъемке, аэрофототопографической съемке, ортофотопланам, цифровым моделям местности и цифровым моделям рельефа.
7. Локальные нормативные акты образовательной организации, регламентирующие реализацию дополнительных профессиональных программ, порядок текущего контроля, итоговой аттестации и выдачи документов о квалификации.

8.2. Основная учебная литература и учебно-методические материалы

1. Учебно-методические материалы образовательной организации по программе «Аналитик данных, полученных с использованием БПЛА».
2. Методические материалы по обработке данных БПЛА, фотограмметрии, ГИС и подготовке отчетных материалов.
3. Руководства пользователя к программному обеспечению для фотограмметрической обработки, ГИС-анализа, построения ЦММ, ЦМР и 3D-моделей.
4. Руководства по эксплуатации полезных нагрузок БПЛА, применяемых для получения RGB, тепловизионных, мультиспектральных и иных данных.
5. Учебные материалы по спутниковой навигации, RTK, PPK, качеству геопривязки, GSD и параметрам аэрофотосъемки.

8.3. Электронные ресурсы

1. Официальный интернет-портал правовой информации: <http://publication.pravo.gov.ru>.
2. Официальный сайт Федерального агентства воздушного транспорта: <https://favt.gov.ru>.
3. Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации: <https://mintrans.gov.ru>.
4. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: <https://minobrnauki.gov.ru>.
5. Официальные справочные и учебные материалы разработчиков программного обеспечения, применяемого для обработки данных БПЛА.

IX. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Примерный перечень вопросов для итогового тестирования

1. Какова роль аналитика данных в цикле работ с БПЛА?
2. Чем исходные данные отличаются от обработанных результатов?
3. Какие виды данных могут быть получены с применением БПЛА?
4. Какие полезные нагрузки используются для мониторинга и анализа?
5. Что такое GSD и почему он важен для обработки данных?
6. Как RTK и PPK влияют на координатную привязку материалов?
7. Какие типовые ошибки исходной съемки ухудшают качество обработки?
8. Для чего используются ортофотопланы?
9. Чем ЦММ отличается от ЦМР?
10. Какие этапы включает создание 3D-модели?

11. Что такое индексы вегетации и для чего они применяются?
12. Почему индекс вегетации не является окончательным диагнозом состояния растений?
13. Какие задачи может решать машинное зрение в анализе данных БПЛА?
14. Какие ограничения имеет применение ИИ при обработке данных?
15. Какие сведения нужно указать в отчете по результатам обработки данных БПЛА?

Приложение 2. Чек-лист первичной проверки исходных данных

№	Проверяемый элемент	Отметка	Комментарий
1	Исходные файлы получены полностью		
2	Структура папок сохранена		
3	Снимки открываются и не повреждены		
4	Метаданные сохранены		
5	Дата и время съемки определены		
6	Координаты снимков присутствуют при необходимости		
7	Покрытие объекта полное		
8	Резкость снимков достаточная		
9	Нет критических пересветов и провалов в тенях		
10	Перекрытие снимков соответствует задаче		
11	Нет лишних файлов, смешанных из разных вылетов		
12	Есть данные о БВС, камере, высоте и условиях съемки		

Приложение 3. Форма краткого отчета по результатам обработки данных БПЛА

Раздел отчета	Содержание
1. Учебное задание	Цель обработки, объект, дата, исходные данные, состав группы.
2. Исходные материалы	Тип данных, количество файлов, формат, наличие метаданных, качество исходников.
3. Программное обеспечение	Наименование ПО, версия при необходимости, основные этапы обработки.
4. Параметры и качество данных	GSD, координатная привязка, RTK/PPK при наличии, полнота покрытия, ограничения.
5. Полученные результаты	Ортофотоплан, ЦММ, ЦМР, 3D-модель, карта индексов или иной

	результат.
6. Выявленные особенности	Зоны неоднородности, дефекты данных, артефакты обработки, участки для дополнительной проверки.
7. Ограничения достоверности	Погодные, технические, программные, координатные, методические или иные ограничения.
8. Выводы	Краткий итог обработки и рекомендации по дальнейшей проверке или применению результата.

Приложение 4. Краткая структура программы по этапам

Этап	Продолжительность	Часы	Содержание
Модуль 1. Теоретическая подготовка	1 неделя	19,5	Вводная лекция, знакомство с ПО, полезные нагрузки, РТК/РРК, машинное зрение.
Модуль 2. Специальные темы	2 неделя	9,5	Индексы вегетации, нормативно-правовая база АФС и обработки результатов.
Модуль 3. Практическая отработка	2 неделя	10	Создание ЦММ, ЦМР и 3D-модели на учебных данных.
Итоговая аттестация	2 неделя	1	Итоговое тестирование.
Итого	1–3 недели	40	Полный учебный цикл подготовки аналитика данных, полученных с использованием БПЛА.