

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Программа повышения квалификации «Основы картографирования и 3D моделирования местности и объектов с воздуха» разработана на основании Лицензии №2140, выданной СГУПС 17 мая 2016г., на осуществление образовательной деятельности (Приложение 1.4).

Программа разработана в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.03.2025 № 266 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» (вступает в силу с 01.09.2025), с распоряжением ОАО «РЖД» от 19.01.2016 г. № 8бр об утверждении локального акта «Положение о требованиях к дополнительным профессиональным программам, заказываемым ОАО «РЖД», с учетом потребности открытого акционерного общества «Российские железные дороги» в дополнительном профессиональном образовании работников.

Содержание программы соответствует нормам Трудового кодекса Российской Федерации, нормативным актам РФ.

При разработке программы учитывались требования федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 25.02.08 «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»; 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» (утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14 сентября 2022 года №526н).

Вид профессиональной деятельности: эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

Основная цель вида профессиональной деятельности: обеспечение безопасности полетов беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

Обобщенная трудовая функция:

летная эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее. **Код: В. Уровень квалификации 3.**

1.1 Цель реализации программы

Целью реализации программы является получение новых компетенций:

- способность осуществлять сбор и обработку фотографического материала;
- способность создавать проект в ПО «AgisoftPhotoscan» и уметь проходить все этапы для создания ортофотоплана, карты высот местности и 3D модели местности.

1.2 Планируемые результаты обучения

В ходе освоения программы, обучающиеся приобретают теоретические знания и практические умения в области управления беспилотными летательными аппаратами (квадрокоптерами) с целью осуществления картографирования и 3D моделирования местности и объектов с воздуха, результатом получения которых будет возможность их применения в путевом хозяйстве железнодорожной отрасли.

В результате освоения программы обучающиеся должны:

знать:

- основы аэрофотосъёмки (далее – АФС);
- методы сбора фотографического материала при АФС;
- методы обработки полученного фотографического материала при АФС;
- программное обеспечение для обработки фотографического материала;
- возможности программного обеспечения;

уметь:

- создавать техническое задание на объект съёмки;
- конвертировать данные из одной системы координат в другую;
- создавать лётное задание квадрокоптера для небольших площадей в программе Pix4D;
- создавать лётное задание квадрокоптера для больших площадей и сложных рельефов;
- создавать наземную сеть опознаков и контрольных точек, необходимых для уточнения координат, с помощью ГНСС приёмника;
- создавать лётные миссии для создания 3D модели;
- создавать лётные миссии для топографических работ;
- импортировать миссии в программу Litchi для управления квадрокоптером;
- раскладывать опознаки и делать их привязку;
- устанавливать базовую станцию RTK и пользоваться ей;
- выставлять параметры камеры для геодезической съёмки;
- импортировать фотоснимки в специализированное ПО «AgisoftPhotoscan»;
- создавать проект в ПО «AgisoftPhotoscan» и уметь проходить все этапы для создания ортофотоплана и карты высот местности;
- создавать проект в ПО «AgisoftPhotoscan» и уметь проходить все этапы для создания 3D модели местности;
- создавать ортофотоплан, карту высот, цифровую модель местности;
- измерять площади объектов и объёмы насыпей и запасов складов;
- экспортировать созданный материал для дальнейшего использования структурами предприятия.

1.3 Категория обучающихся, требование к образованию

К освоению дополнительных профессиональных программ допускаются руководители отделов и инженеры предприятий путевого хозяйства железнодорожного транспорта, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование или получающие высшее образование.

1.4 Форма, трудоёмкость обучения, срок освоения программы

Форма обучения: очная.

Трудоёмкость обучения: 28 академических часов.

Срок освоения программы: 4 календарных дня.

Режим занятий: не более 8 академических часов в день.

Лицам, успешно освоившим дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается **удостоверение о повышении квалификации** установленного образца.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1 Учебный план программы повышения квалификации

«Основы картографирования и 3D моделирования местности и объектов с воздуха»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудоёмкость (час.)	В том числе:		Формы аттестации
			Лекции	Практические занятия	
1-й день					
1	Область применения беспилотных воздушных систем (БВС)	2	2	–	
1.1	Область применения БВС в различных сферах народного хозяйства (строительство, геодезия, сельское хозяйство, нефтедобывающая отрасль, железнодорожная отрасль). Мировые тенденции и перспективы развития	1	1	–	
1.2	Системы координат, используемые в БВС и ПО. Переход между системами.	1	1	–	
2	Основы аэрофотосъёмки (АФС)	2	2	–	
2.1	Виды АФС и особенности каждого вида.	1	1	–	
2.2	Применение глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для улучшения точности картографического материала.	1	1	–	
3	Методы сборки материала при АФС	3	3	–	
3.1	Обзор программного обеспечения (ПО) и выбор оптимального ПО для каждого вида работ	1	1	–	
3.2	Создание полётной миссии для ортофотопланов.	1	1	–	
3.3	Создание полётной миссии для 3D моделирования объектов и местности.	1	1	–	
1-й и 2-й дни					
4	Методы обработки материала. ПО и технические характеристики ПК.	3	3	–	
4.1	Обзор ПО, преимущества и недостатки. Выбор оптимального ПО для обработки материалов. Принципы работы и этапы обработки.	1	1	–	
4.2	Выбор ПК для обработки материалов. Основные ресурсы ПК влияющие на скорость обработки.	1	1	–	
4.3	Возможности ПО	1	1	–	
5	Сбор и обработка фотографического материала	8	–	8	
5.1	Подготовка БВС к полёту. Сбор, настройка ПО, построение полётного задания, полёт по миссиям.	4	–	4	
5.2	Настройка проекта, экспорт данных, выравнивание фотографий, корректировка геоданных, построение разряженного облака, построение плотного облака точек, построение модели, экспорт полученных данных)	4	–	4	
6	Самостоятельная подготовка и пилотирование БВС для сбора фотографического материала	4	–	4	
7	Самостоятельная работа по обработке фотографического материала и преобразованию его	4	–	4	

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудо- ёмкость (час.)	В том числе:		Формы аттеста- ции
			Лекции	Практические занятия	
	в готовую 3D-модель или ортофотоплан				
	Итоговая аттестация	2	–	–	2 зачёт
	Итого часов по программе	28	10	16	2

2.2 Календарный учебный график

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛА	Трудоёмкость по учебным дням (Д), час.				Итого
		Д ₁	Д ₂	Д ₃	Д ₄	
1	Область применения беспилотных воздушных систем (БВС)	2				2
2	Основы аэрофотосъёмки (АФС)	2				2
3	Методы сборки материала при АФС	3				3
4	Методы обработки материала. ПО и технические характеристики ПК.		3			3
5	Сбор и обработка фотографического материала		4	4		8
6	Самостоятельная подготовка и пилотирование БВС для сбора фотографического материала			4		4
7	Самостоятельная работа по обработке фотографического материала и преобразованию его в готовую 3D-модель или ортофотоплан				4	4
	Итоговая аттестация (зачёт)				2	2
	Итого часов по программе	7	7	8	6	28

2.3 Рабочая программа

Раздел 1. Область применения беспилотных воздушных систем (БВС)

Тема 1.1 Область применения БВС в различных сферах народного хозяйства (строительство, геодезия, сельское хозяйство, нефтедобывающая отрасль, железнодорожная отрасль). Мировые тенденции и перспективы развития

Область применения БВС в различных сферах народного хозяйства (строительство, геодезия, сельское хозяйство, нефтедобывающая отрасль, железнодорожная отрасль).

Мировые тенденции и перспективы развития. Обзор БВС. (Российские и мировые бренды, особенности и преимущества)

Тема 1.2 Системы координат, используемые в БВС и ПО. Переход между системами

Общие сведения о спутниковых определениях. Системы координат, используемые в БВС и ПО. Требования к выбираемым системам координат. Необходимость перехода между системами координат при решении задач с применением БЛА.

Раздел 2. Основы аэрофотосъёмки (АФС)

Тема 2.1 Виды АФС и особенности каждого вида

Виды и цели АФС. Критерии классификации АФС. Динарная аэрофотосъёмка (объект фотографирования размещен на одном-двух снимках); маршрутная аэрофотосъёмка (фотографирование выполняется узкой полосы местности (реки, дороги, береговые линии и др.); площадная или многомаршрутная аэрофотосъёмка (снимаемый участок по своим размерам не может быть изображен на снимках одного маршрута, и для его фотографирования необходимо несколько параллельных маршрутов на определенном расстоянии один от другого). Классификация в зависимости от масштаба фотографирования: мелкомасштабная (масштаб аэроснимка 1:50000 и мельче), среднемасштабная (1:10000–1:50000) и крупномасштабная (1:10000 и крупнее). Выполнение аэрофотосъёмки в зависимости от целей и поставленных задач (в границах топографических планшетов, административно-территориальной единицы или объекта съёмки). Соответствие стандартам и нормативная документация.

Тема 2.2 Применение глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для улучшения точности картографического материала

Назначение глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Принцип работы. Методы измерения расстояния. Применение ГНСС в геодезии.

Раздел 3. Методы сборки материала при АФС

Тема 3.1 Обзор программного обеспечения (ПО) и выбор оптимального ПО для каждого вида работ

Обзор программного обеспечения, преимущества и недостатки. Выбор оптимального ПО для каждого вида работ.

Тема 3.2 Создание полётной миссии для ортофотопланов

Создание полётной миссии для ортофотопланов. Создание планово-съёмочного обоснования местности с использованием ГНСС (статика), привязка опознаков.

Тема 3.3 Создание полётной миссии для 3D моделирования объектов и местности

Создание полётной миссии для 3D моделирования объектов и местности. Создание 3D модели местности в виде плотного облака точек, сравнимого по качеству с лазерным сканированием.

Раздел 4. Методы обработки материала

Тема 4.1 Обзор ПО, преимущества и недостатки. Выбор оптимального ПО для обработки материалов. Принципы работы и этапы обработки

ПО и технические характеристики ПК. Обзор ПО, преимущества и недостатки. Выбор оптимального ПО для обработки материалов. Принципы работы и этапы обработки.

Тема 4.2 Выбор ПК для обработки материалов. Основные ресурсы ПК влияющие на скорость обработки

Выбор ПК для обработки материалов. Основные ресурсы ПК влияющие на скорость обработки.

Тема 4.3 Возможности ПО

Создание облака точек. Создание карты высот. Создание ортофотоплана. Создание цифровой модели местности. Создание 3D модели объектов. Подсчёт объёмов.

Раздел 5. Сбор и обработка фотографического материала

Тема 5.1 Подготовка БВС к полёту. Сбор, настройка ПО, построение полётного задания, полёт по миссиям

Методика и правила подготовки БВС к полёту. Сбор, настройка ПО, построение полётного задания, полёт по миссиям.

Тема 5.2 Настройка проекта, экспорт данных, выравнивание фотографий, корректировка геоданных, построение разряженного облака, построение плотного облака точек, построение модели, экспорт полученных данных)

Настройка проекта, экспорт данных, выравнивание фотографий, корректировка геоданных, построение разряженного облака, построение плотного облака точек, построение модели, экспорт полученных данных.

Раздел 6. Самостоятельная подготовка и пилотирование БВС для сбора фотографического материала

Самостоятельная настройка и подготовка БВС для выполнения полетной миссии, загрузка миссии в ПО БВС, контроль выполнения заданной миссии БВС, возврат БВС на точку старта, экспорт полученного фотоматериала, сборка БВС в транспортное состояние с особенностями зимнего периода.

Раздел 7. Самостоятельная работа по обработке фотографического материала и преобразованию его в готовую 3D-модель или ортофотоплан

Импорт фотографического материала. Настройка проекта в ПО, загрузка фотоматериала в проект, выравнивание фотографий, построение разряженного облака точек, выделение объекта моделирование. Построение плотного облака точек, построение полигональной модели. Построение ортофотоплана и построение цифровой модели местности (3D). Сохранение итогового, полученного материала для дальнейшего использования по назначению.

2.4 Оценка качества освоения программы

2.4.1 Формы аттестации

Форма **входного** контроля – собеседование.

Форма **итоговой** аттестации – зачёт (устный).

К итоговой аттестации допускаются обучающиеся, освоившие дополнительную профессиональную программу повышения квалификации в полном объеме.

2.4.2 Оценочные материалы

Перечень вопросов для входного контроля знаний (собеседования)

1. Какие законодательные и нормативные документы РФ в области управления беспилотными летательными аппаратами (квадрокоптерами) Вы знаете?
2. Знакомы ли Вы с ведомственными документами, регламентирующими применение беспилотных летательных аппаратов в железнодорожной отрасли?
3. Знакомы ли Вы с принципами полета и управления беспилотными летательными аппаратами (квадрокоптерами)?
4. Как расшифровывается аббревиатура ГИС?
5. Основными составляющими ГИС являются:
6. Назовите основные недостатки ГНСС.
7. Назовите основные достоинства ГНСС.
8. Что нужно рассчитать для выноса проектной отметки на местность, если известна высота исходной точки, отчет по рейке и отметка проектной точки?
9. Технологическая основа создания географических информационных систем, позволяющая реализовать их функциональные возможности – это ...
10. Какое программное обеспечение может применяться для обработки данных, полученных с помощью БЛА?

Перечень вопросов для итоговой аттестации (зачёту)

1. Какие системы координат используются в БПЛА при сборе фотографического материала?
2. Какие известные Вам программы используются для построения полетного задания для БПЛА?
3. Какой угол наклона камеры БПЛА необходим при сборе фотоматериала для ортофотоплана?
4. Какой угол наклона камеры БПЛА необходим при сборе фотоматериала для цифровой модели местности?
5. На какой высоте осуществляется полёт при сборе фотоматериала для ортофотоплана в разрешении 1:500?
6. Какие методы применяются в АФС для уточнения координат полученного ортофотоплана?
7. Какой тип миссии используется в программе Pix4D для создания цифровой модели местности?
8. Назовите последовательность этапов обработки фотоматериалов в программе AgisoftPhotoscan?
9. Какой прибор в квадрокоптере Teodrone DJI обеспечивает короткий интервал съёмки и точность центров фотографирования?
10. Какой минимальный интервал съёмки обеспечивает БПЛА Teodrone?
11. Проверка качества и количества фотографического материала, полученного при сборе с БВС для использования его при построении цифровой модели местности.
12. Проверка качества готовой 3D-модели местности или объекта, или ортофотоплана местности.
11. ГНСС. Общие сведения.
12. Классификация ГНСС.
13. Что входит в функциональные возможности ГИС?

14. Какие сегменты входят в ГНСС?
15. По точности позиционирования ГНСС делятся на ...
16. В какой модели пространственных данных явления обычно соотносятся с объектом или некоторой характеристикой объекта, принимающей некоторое значение в определенное время?
 17. Какие существуют подсистемы ГНСС и для чего они нужны?
 18. Геометрическая сущность определения координат ГНСС.
 19. Какие факторы влияют на точность определения координат?
 20. Способы позиционирования в ГНСС.

2.4.3 Критерии оценки

Входного контроля

Оценки за ответы не выставляются. Ответы на вопросы позволяют определить уровень подготовки обучающихся к изучению данной программы.

Итоговой аттестации

Зачет состоит из собеседования по одному из 20 вопросов.

«Зачтено» ставится в случае, если обучающийся дает развернутый устный ответ на заданный вопрос, сообщение связное, логически последовательное, показывает умение применять определения и правила в конкретных случаях.

Если обучающиеся затрудняются ответить на вопросы, не умеют применять определения и правила, то уровень знаний низкий и ставится «не зачтено».

2.4.4 Методические материалы

1) «Положение о порядке проведения итоговой аттестации по дополнительным профессиональным программам обучающихся в ИПТТиПК».

2) Инструкция по заполнению и обработке анкеты слушателя ИПТТиПК СГУПС (применяется для анализа удовлетворенности требований потребителей (слушателей, заказчиков, преподавателей и персонала) к организации и качеству обучения).

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

3.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Выбор образовательных технологий, форм и методов обучения определяется с учётом разного уровня образования обучающихся и их разной квалификацией по результатам входного контроля (в форме собеседования).

Литература

Основные нормативно-правовые документы:

1. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 (с изм. и доп., вступ. в силу с 09.06.2021) «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации».
2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.02.1997 № 60-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 02.05.2025).

3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 24.06.2025, с изм. и доп.; вступ. в силу с 01.07.2025), статья 11.4 о «Нарушении правил эксплуатации воздушного пространства».

4. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 21.04.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 02.05.2025), статья 271.1. «Нарушение правил использования воздушного пространства Российской Федерации».

5. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Редакция 5.0. - М.: КНИЦ ВКС, 2002. - С. 57.

Дополнительная учебная литература:

1. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.

2. Федорова О.А. Управление перемещением квадрокоптера в пространстве. – 2015. – 23с.

3. <https://helpiks.org/2-15099.html> Виды аэрофотосъемки.

4. Беспилотные летательные аппараты. Справочное пособие. Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2015. – 616 с.

5. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. Монография. – Уфа: ФОТОН, 2014. – 217 с.

6. Второй Всероссийский научно-практический семинар «Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ-2015)» (9 октября 2015г., г. Санкт-Петербург, Россия): Труды семинара. – Санкт-Петербург: Изд-во «Политехника-сервис», – 2015. – 140 с.

7. Берлянт, А. М. Виртуальные геоизображения. Текст. М.: Научный мир, – 2001. – 56с.

3.2 Материально-техническое оснащение

Компьютерный кабинет (компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска); флипчарт, маркеры; квадрокоптеры; уличная площадка, учебный полигон СГУПС для полетов квадрокоптеров.

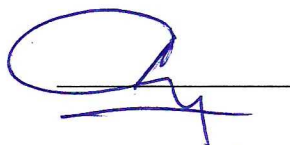
3.3 Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается ведущими специалистами и практиками в области управления беспилотными летательными аппаратами.

РАЗРАБОТЧИКИ ПРОГРАММЫ

Программа разработана:

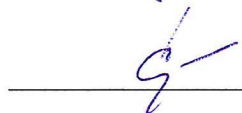
Заместитель директора ИПТТиПК по развитию



А.В. Рассказов

Программу согласовали:

Зам. директора по учебно-организационной работе – нач. учебно-организационного отдела ИПТТ и ПК



О.А. Савочкина