



**Общество с ограниченной ответственностью
Конструкторское бюро «Центр Беспилотных Систем»
(ООО «КБ «ЦБС»)**

ПРИНЯТО
на заседании
Педагогического совета
ООО «КБ «ЦБС»
от «3» октября 2024 года
Протокол № 1

УТВЕРЖДЕНО
приказом генерального
директора
ООО «КБ «ЦБС»
от «4» октября 2024года
№ Пр.Об-10/2024-4
_____ Д.А. Звонарев

**Дополнительная профессиональная программа
(повышение квалификации)
«Сборка, настройка и программирование
беспилотных летательных аппаратов»**

г. Тула
2024 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
дополнительной профессиональной программы (программа повышения квалификации) «Сборка,
настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов»
(трудоемкость 72 академических часа)

дополнительной профессиональной программы (программа повышения квалификации) «Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов»
(трудоемкость 72 академических часа)

[illegible]

Организация-разработчик – ООО Конструкторское бюро «Центр Беспилотных систем»
(генеральный директор – Д.А. Звонарев)

Дополнительная профессиональная программа (программа повышения квалификации)
«Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов» Учебно-методическое пособие / Звонарев Д.А., Черноусенко Д.Л., Журавлева Я.А. ООО Конструкторское бюро «Центр Беспилотных систем». – Тула: ООО «КБ «ЦБС», – 2024.

Дополнительная профессиональная образовательная программа повышения квалификации
«Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов» является учебно-методическим пособием, регламентирующим содержание и организационно-методические формы обучения слушателей.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с системой стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.

© ООО «КБ «ЦБС», 2024

© Коллектив авторов, 2024

ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЙ И АКТУАЛИЗАЦИИ

дополнительной профессиональной программы (программа повышения квалификации)
«Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов»
(трудоемкость 72 академических часа)

№	Дата внесения изменений в программу	Характер изменений	Дата и номер протокола согласований документа на Педагогическом Совете

СОСТАВ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ

по разработке дополнительной профессиональной программы (программа повышения квалификации) «Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов»
(трудоемкость 72 академических часа)

№ пп.	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность	Место работы
1	Звонарев Дмитрий Александрович		Генеральный директор	ООО «КБ «ЦБС»
2	Черноусенко Даниил Леонидович		Ведущий инженер- конструктор	ООО «КБ «ЦБС»
по методическим вопросам				
1	Журавлева Ярослава Андреевна	к.полит.н., доцент	Начальник Учебного центра	ООО «КБ «ЦБС»

I. Общие положения

1.1. Дополнительная профессиональная программа (программа повышения квалификации) «Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов» (далее - Программа) разработана в соответствии с нормами:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, № 53, ст. 7598; 2020, № 24, ст. 3739),

- 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» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14 сентября 2022 г. № 526н).

1.2. Обучение слушателей проводится по Программе, разработанной ООО Конструкторское бюро «Центр Беспилотных Систем», осуществляющей образовательную деятельность по дополнительным профессиональным программам (далее – ООО «КБ «ЦБС»).

1.3. Структура Программы включает следующие разделы: общие положения, цель повышения квалификации, планируемые результаты повышения квалификации, учебный план, календарный учебный график, содержание разделов учебного плана, рабочая программа, организационно-педагогические условия реализации Программы, формы аттестации.

II. Цель подготовки

2.1. Целью повышения квалификации по Программе является формирование профессиональных компетенций в области сборки, настройки и программирования беспилотных летательных аппаратов.

III. Планируемые результаты подготовки

3.1. Результатами повышения квалификации слушателей является повышение уровня их профессиональных компетенций за счет освоения и (или) углубления знаний и умений в области беспилотных летательных аппаратов.

3.2. В ходе освоения Программы будут усовершенствованы следующие профессиональные компетенции (далее – ПК):

ПК-1 - способность выполнять техническое обслуживание и ремонт мультироторных БпЛА,

ПК-2 – способность программирования полетных контроллеров БпЛА,

ПК-3 - способность осуществлять предполетную подготовку и послеполетное обслуживание БпЛА.

Планируемые результаты обучения по Программе соответствуют выполняемым трудовым действиям, определенным на основании 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» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14 сентября 2022 г. № 526н).

Описание трудовых функций

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалифи кации	наименование	код	уровень (подуро вень) квалифи кации
А	Эксплуатация беспилотных авиационных	3	Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя	А/01.3	3

	систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно массой 10 килограммов и менее, применяемых в условиях прямой визуальной видимости, вне зон с ограничениями, на высоте до 150 метров		одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее		
			Управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее	A/02.3	3
			Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее	A/03.3	3
			Ремонт беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее	A/04.3	3
В	Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой от 10 килограммов до 30 килограммов	3	Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/01.3	3
			Управление (контроль) полетом одного судна или нескольких беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/02.3	3
			Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/03.3	3
			Ремонт беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с	В/04.3	3

			максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее		
--	--	--	---	--	--

Задачами курса является:

- изучение беспилотных летательных аппаратов типа «квадрокоптер» (преимущественно);
- изучение этапов и последовательности сборки, настройки и программирования БПЛА;
- изучение порядка проведения предполетной подготовки беспилотной авиационной системы и ее элементов;
- приобретение навыков пилотирования БПЛА.

3.3. В результате освоения Программы слушатель должен:

Знать:

- нормативы по технике безопасности и охране труда;
- влияние человеческого фактора на полётную безопасность;
- основные типы конструкций, схемы и конфигурации БПЛА;
- состав и принцип функционирования БПЛА, лётно-технические характеристики;
- методы диагностики и устранения неисправностей в БПЛА;
- порядок демонтажа, осмотра и монтажа элементов;
- основы аэродинамики и динамики полета БПЛА;
- характеристики, способы и методы производства моделей БПЛА
- влияние демонтажа отдельных элементов на работу общей системы БПЛА;
- эксплуатационные ограничения БПЛА: максимальная скорость, ограничения высоты, минимальная допустимая видимость и др.

Уметь:

- соблюдать технику безопасности и охраны труда;
- пользоваться паяльным инструментом;
- корректно применять сборочный инструмент;
- проверять точность сборки и работоспособность аппарата
- осуществлять разборку/сборку, ремонт/замену компонентов за ограниченное время;
- подбирать комплектующие для сборки беспилотного летательного аппарата с необходимыми характеристиками;
- осуществлять сборку беспилотного летательного аппарата вертикального взлета;
- программировать полетные контроллеры БПЛА;
- настраивать аппаратную часть БПЛА с помощью различных видов программного обеспечения;
- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотных авиационных систем;
- проводить финальное тестирование перед сдачей БПЛА в эксплуатацию;
- осуществлять дистанционное пилотирование для проверки правильности сборки БПЛА;
- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

Иметь практический опыт:

- проверка готовности беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, к использованию в соответствии с эксплуатационной документацией и с полетным заданием, ее приемка;
- ведение полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций;
- выполнение внешнего осмотра беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, и выявление неисправностей;

- установка съемного оборудования на борт (снятие съемного оборудования с борта) беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее;
- контроль работоспособности систем, оборудования беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, и ее элементов в процессе выполнения технического обслуживания;
- обновление программного обеспечения и калибровка беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, с использованием цифровых технологий (при необходимости);
- подготовка к работе инструментов, контрольно-измерительных приборов и приспособлений;
- диагностика и контроль работоспособности элементов беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, выявление отклонений, отказов, неисправностей и повреждений;
- выполнение текущего ремонта элементов беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее;
- выполнение контрольно-восстановительного ремонта элементов беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

3.4. Категория обучающихся:

К освоению программы допускаются лица, имеющие техническое среднее профессиональное и (или) высшее образование и навыки оператора БПЛА. Медицинские ограничения регламентированы Перечнем медицинских противопоказаний Минздрава России.

3.5. Форма обучения: очная.

3.6. Трудоемкость обучения: 72 академических часа.

3.7. Срок обучения: 2 недели.

IV. Учебный план

4.1. Учебный план Программы определяет перечень, последовательность, общую трудоемкость разделов и формы контроля знаний.

Образовательная деятельность слушателей предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ:

- лекции,
- практические занятия,
- самостоятельные занятия,
- итоговую аттестацию.

**Учебный план Программы повышения квалификации
«Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов»**

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Виды учебных занятий, ак.час.				Формы контроля
		Всего	в том числе			
			Лекции (работа с дистанцион ным контентом)	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	Введение в курс	2	2	-	-	
1.1.	Техника безопасности и охрана труда при работе с БПЛА мультироторного типа	1	1	-	-	
1.2.	Классификация и виды БПЛА мультироторного типа.	1	1	-	-	
2.	Принципы строение БПЛА мультироторного типа	21	21	-	-	
2.1.	Устройство механических узлов, конструкций рамы и других составляющих БПЛА мультироторного типа	2	2	-	-	
2.2.	Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Винтомоторная группа	2	2	-	-	
2.3.	Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Регуляторы	2	2	-	-	
2.4.	Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Полетные контроллеры	2	2	-	-	
2.5.	Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Системы позиционирования	2	2	-	-	
2.6.	Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Системы приёма и передачи видео	2	2	-	-	

2.7.	Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Системы управления БПЛА мультироторного типа	2	2	-	-	
2.8.	Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Антенны	2	2	-	-	
2.9.	Аккумуляторные батареи и зарядные станции	2	2	-	-	
2.10.	Программное обеспечение	2	2	-	-	
2.11.	Пайка	1	1	-	-	
Стажировка						
3.	Сборка БПЛА мультироторного типа	13	-	13	-	
3.1.	Практика пайки	3	-	3	-	
3.2.	Сборка рамы	1	-	1	-	
3.3.	Пайка регулятора оборотов	2	-	2	-	
3.4.	Пайка двигателей на регулятор	2	-	2	-	
3.5.	Распайка полетного контроллера и подключаемых модулей	2	-	2	-	
3.6.	Сборка	1	-	1	-	
3.7.	Прошивка	2	-	2	-	
4.	Подготовка к полету	6	-	6	-	
4.1.	предполетная подготовка	6	-	6	-	
5.	Поиск и устранение неисправности БПЛА мультироторного типа	24	-	24	-	
5.1.	Проведение проверок исправности и работоспособности беспилотных воздушных судов	8	-	8	-	
5.2.	Обслуживание беспилотных воздушных судов	8	-	8	-	

5.3.	Замена компонентов	8	-	8	-	
6	Итоговая аттестация	6			-	тест+ практическое задание
Итого		72	23	43		6

4.2. Матрица соотнесения разделов учебного плана Программы и формируемых в них профессиональных компетенций:

№ п/п	Наименование раздела	Всего, ак. часов	Компетенции		
			Профессиональные		
			ПК-1	ПК-2	ПК-3
1	Введение в курс	2	+	+	+
2.	Принципы строение БПЛА мультироторного типа	21	+	+	+
Стажировка					
3.	Сборка БПЛА мультироторного типа	13	+	+	+
4.	Подготовка к полету	6	+	+	+
5.	Поиск и устранение неисправности БПЛА мультироторного типа	24	+	+	+
6.	Итоговая аттестация	6	+	+	+

V. Календарный учебный график

5.1. Календарный учебный график представляет собой график учебного процесса, устанавливающий последовательность и продолжительность обучения и итоговой аттестации по учебным неделям и (или) дням. Календарный учебный график разрабатывается ООО «КБ «ЦБС» самостоятельно с учетом выбранной очной формы обучения.

Учебные месяцы/недели	1-й месяц/недели	
	1	2
Введение в курс	Т - 2 ак.ч.	
Принципы проектирования и строение БпЛА мультироторного типа	Т – 21 ак.ч.	
Стажировка		
Сборка БпЛА мультироторного типа	Пр – 13 ак.ч.	
Подготовка к полету		Пр – 6 ак.ч.
Поиск и устранение неисправности БпЛА мультироторного типа		Пр – 24 ак.ч.
Итоговая аттестация		6 ак.ч.

Условные обозначения и количество часов:

Всего: 72 ак.ч.

Т – теоретическая подготовка (лекции) – 23 ак.ч.

Пр – практические занятия – 43 ак.ч.

ИА – итоговая аттестация – 6 ак.ч.

V. Содержание разделов учебного плана Программы

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Блок теоретического обучения		
Раздел 1. Введение в курс (2 ак.ч.)		
Тема 1.1. Техника безопасности и охрана труда при работе с БпЛА ВВ мультироторного типа	Лекция, 1 ак.ч.	Мероприятия по обеспечению безопасности ремонтно-технических работ с беспилотными воздушными судами. Правила ведения и оформления технической документации беспилотной авиационной системы. Правила безопасности при работе с аккумуляторными батареями. Правила безопасности при работе с паяльными станциями
Тема 1.2. Классификация и виды БпЛА ВВ мультироторного типа.	Лекция, 1 ак.ч.	Общие понятия: области применения, виды, основные отличия
Раздел 2. Принципы строения БпЛА мультироторного типа (21 ч.)		
Тема 2.1. Устройство механических узлов, конструкций рамы и других составляющих БпЛА мультироторного типа	Лекция, 2 ак.ч.	Основные типы конструкции беспилотных авиационных систем самолетного типа. Основные типы конструкции беспилотных авиационных систем вертолётного (мультироторного) и смешанного типа.
Тема 2.2. Элементы конструкции БпЛА мультироторного типа. Винтомоторная группа	Лекция, 2 ак.ч.	Разновидность рам, размещения на ней винтомоторной группы элементов управления и полезной нагрузки, разновидности пропеллеров и основные характеристики их.
Тема 2.3. Элементы конструкции БпЛА мультироторного типа. Регуляторы	Лекция, 2 ак.ч.	Разновидности регуляторов оборотов, типы и основные характеристики, которые влияют на работоспособность изделия. Основные производители и их различия.

Тема 2.4. Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Полетные контроллеры	Лекция, 2 ак.ч.	Основные характеристики, функции и выполняемые задачи полетного контроллера Составные элементы полётного контроллера (гироскоп, барометр и т.д.) Основные производители полётных контроллеров, их виды и различия.
Тема 2.5. Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Системы позиционирования	Лекция, 2 ак.ч.	Системы навигации на основе спутниковой связи. Внешние и встроенные модули позиционирования беспилотного воздушного судна.
Тема 2.6. Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Системы приёма и передачи видео	Лекция, 2 ак.ч.	Общие понятие передачи видеосигнала, типы видеопередатчиков (цифра, аналог) основные отличия. Средства приёма видеосигнала. Различные частоты передачи видео. Различные типы камер (цифровые, аналоговые, ночные, тепловизионные и т.д), принцип работы.
Тема 2.7. Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Системы управления БПЛА мультироторного типа	Лекция, 2 ак.ч.	Общие понятия передатчиков сигнала управления. Общие понятия приёмников сигнала управления. Частоты и протоколы связи. Что такое телеметрия.
Тема 2.8. Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Антенны	Лекция, 2 ак.ч.	Виды антенн , область применения , диаграмма направленности.
Тема 2.9. Аккумуляторные батареи и зарядные станции	Лекция, 2 ак.ч.	Аккумуляторные батареи: основные виды, назначение. Техника безопасности при использовании, хранении и зарядки аккумуляторных батарей. Правила процесса зарядки.
Тема 2.10. Программное обеспечение	Лекция, 2 ак.ч.	Основные виды программ управления, их различия, совместимость с полётными контроллерами и их предназначение. Настройка полётного контроллера и подключённых к нему модулей в программе Betaflight. Настройка полётного контроллера и подключённых к нему модулей в программе Ardupilot. Настройка полётного контроллера и подключённых к нему модулей в программе Inav. Настройка полётного контроллера и внешних модулей.
Тема 2.11. Пайка	Лекция, 1 ак.ч.	Виды и предназначения различных флюсов и припоев. Виды и предназначения оборудование для проведения паяльных работ.
Блок практического обучения (стажировка)		

Раздел 3. Сборка БПЛА мультироторного типа (13 ак.ч)		
Тема 3.1. Практика пайки	Практическое занятие, 3 ак.ч	Обслуживание контактных площадок. Отработка формирования круглой капли припоя. Обучение на макетных платах. Пайка проводов.
Тема 3.2. Сборка рамы	Практическое занятие, 1 ак.ч	Сборка лучей. Сборка рамы.
Тема 3.3. Пайка регулятора оборотов	Практическое занятие, 2 ак.ч	Пайка силовых проводов к плате регулятора оборотов. Пайка конденсатора к плате регулятора оборотов. Обслуживание контактных площадок регулятора оборотов.
Тема 3.4. Пайка двигателей на регулятор	Практическое занятие, 2 ак.ч	Распайка контактов двигателя к плате регулятора оборотов.
Тема 3.5. Распайка полетного контроллера и подключаемых модулей	Практическое занятие, 2 ак.ч	Распайка элементов к полётному контроллеру.
Тема 3.6. Сборка	Практическое занятие, 1 ак.ч	Проверка правильности предыдущих операций. Установка модулей на свои места. Окончательная сборка рамы.
Тема 3.7. Прошивка	Практическое занятие, 2 ак.ч	Прошивка и настройка конфигурации полётного контроллера и подключённых к нему модулей в программе Betaflight. Прошивка и настройка конфигурации полётного контроллера и подключённых к нему модулей в программе Ardupilot. Прошивка и настройка конфигурации полётного контроллера и подключённых к нему модулей в программе Inav. Подключение и настройка радиоуправления; Настройка и калибровка программного обеспечения; Калибровка и настройка контроллеров полета; Программирование автономных полетов; Калибровка компаса.

Раздел 4. Подготовка к полету (6 ак.ч.)		
Тема 4.1. Порядок подготовки к эксплуатации БПЛА	Практическое занятие, 6 ак.ч	Порядок подготовки к полету изделия , проверка правильного вращения двигателей и правильная установка винтов, проверка устойчивости связи, работоспособности видеосистемы, проверка заряда аккумуляторной батареи и т.д
Раздел 5. Поиск и устранение неисправности БПЛА мультироторного типа (24 ак.ч.)		
Тема 5.1. Проведение проверок исправности и работоспособности БПЛА	Практическое занятие, 8 ак.ч	Порядок проведение функционального контроля изделия, проверка всех узлов (винтомоторная группа, регулятор оборотов, полетный контроллер , системы управления и видеосвязи и т.д.), использование в работе по выявлению неисправностей доп. Инструмента (мультиметр , лабораторный блок питания и т.д)
Тема 5.2. Обслуживание БПЛА	Практическое занятие, 8 ак.ч	Процедуры по предупреждению, выявлению и устранению прямых и косвенных причин снижения надежности БПЛА. Обслуживание всех дополнительных устройств управления изделия (очки, монитор, пульт управления и т.д) Обслуживание и хранение элементов питания БПЛА и систем управления им. Подготовка инструментов для разборки и сборки аппарата. Практика по замене лопастей.
Тема 5.3. Замена компонентов	Практическое занятие, 8 ак.ч	Замена и настройка электронных регуляторов скорости (ESC); Практика по замене и обслуживанию аккумулятора; Практика по замене полетного контроллера; Практика по замене винтомоторной группы; Практика по замене системы управления; Работа с моторами. Пайка плат, поврежденных при падениях и ударах. Программный ремонт (прошивка).
Раздел 6. Итоговая аттестация (6 ак.ч.)		
Тема 6.1. Итоговая аттестация	ИА 2 ак.ч.	Тестирование
	ИА 4 ак.ч.	Демонстрация практических навыков (сборка БПЛА, ремонт БПЛА)

VII. Рабочая программа

7.1. Рабочая программа разработана ООО «КБ «ЦБС» с учетом содержания основных разделов учебного плана Программы (см. Приложение 1).

VIII. Организационно-педагогические условия реализации Программы

8.1. Реализация дополнительной профессиональной программы (программы повышения квалификации) «Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов» обеспечивается научно-педагогическими кадрами ООО «КБ «ЦБС» и высококвалифицированными специалистами из числа руководителей и ведущих специалистов учреждения, имеющих соответствующий уровень подготовки по основному или дополнительному профессиональному образованию или стаж работы по данному направлению не менее 3 лет.

8.2. Реализация дополнительной профессиональной программы (программы повышения квалификации) «Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов» осуществляется методами обучения с применением современных инновационных образовательных технологий и средств обучения, методов контроля и управления образовательным процессом.

IX. Формы аттестации

9.1. Освоение дополнительной профессиональной программы (программы повышения квалификации) «Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов» завершается итоговой аттестацией слушателей в форме итогового электронного тестирования и выполнения практического задания (см. Приложение 2).

9.2. В соответствии с частью 3 и частью 10 статьи 60 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ о квалификации (удостоверение о повышении квалификации).

9.3. В соответствии с частью 12 статьи 60 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть дополнительной профессиональной программы (программы повышения квалификации) и (или) отчисленным выдается справка об обучении или о периоде обучения.

X. Материально-техническое и программное обеспечение

ООО «КБ «ЦБС» располагает материально технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, итоговой аттестации слушателей, предусмотренных учебным планом программы для очного обучения. Минимально необходимый для реализации программы повышения квалификации «Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов» перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

Оборудование учебного кабинета:

- АРМ педагога;
- рабочее место учащегося, ПК (или ноутбук) - по количеству учащихся;
- мультимедиа проектор, экран;
- лицензионное программное обеспечение в соответствии с содержанием курса;
- МФУ.

Оборудование учебно-производственной мастерской:

- рабочее место обучающегося для выполнения монтажа узлов и микросхем, оборудованное вытяжкой – по количеству учащихся
- комплектующие для сборки - по количеству учащихся
- наборы ручного инструмента - по количеству учащихся
- паяльное оборудование и расходные материалы - по количеству учащихся
- индивидуальные средства защиты - по количеству учащихся
- ноутбуки с лицензионным ПО - по количеству учащихся
- захват для переноса груза - по числу обучающихся
- паяльная станция с феном или аналог - по числу обучающихся
- держатель для плат "Третья рука" - по числу обучающихся
- коврик для пайки силиконовый - по числу обучающихся
- зарядное устройство для LiPo батарей - по числу обучающихся
- мультиметр - по числу обучающихся
- Micro SD USB card reader - по числу обучающихся
- электронный таймер 1
- флэш-карта MicroSD 64Gb - по числу обучающихся
- светильник настольный, регулируемый - по числу обучающихся
- огнетушитель порошковый ОП-4 2шт
- стол рабочий монтажный - по числу обучающихся
- рабочее кресло - по числу обучающихся
- стеллаж для инструментов – 4 шт.
- припой ПОС 61 Тр с канифолью d=0.8 мм или аналог - по числу обучающихся
- флюс-гель неактивный - по числу обучающихся
- очиститель жал паяльника YH-08C - по числу обучающихся
- силиконовый провод 14AWG черный и красный по 1 метру или аналог - по числу обучающихся
- силиконовый провод 28AWG черный и красный по 1 метру или аналог - по числу обучающихся
- PBF-1 "Универсал-Максимум", Набор термоусадочной трубки - по числу обучающихся
- ремкомплект для квадрокоптера - по числу обучающихся
- литиевая аккумуляторная батарея, 4S - 10шт.
- литиевая аккумуляторная батарея, 6S - 10шт.
- литиевая аккумуляторная батарея, 3S - 5шт.
- литиевая аккумуляторная батарея, 2S - 5шт.
- салфетки тканевые - 20 шт.
- очки защитные прозрачные - по числу обучающихся
- халат рабочий - по числу обучающихся
- перчатки - по числу обучающихся
- набор пинцетов – по числу обучающихся
- клеевой пистолет + 6 стержней - по числу обучающихся
- рулетка измерительная - 2 шт.
- аэрозоль очистки флюса ФлюксОФФ – по числу обучающихся
- программируемая светодиодная лента ws2812b класс защиты IP67 (влагозащищенная), 5 м
- по числу обучающихся
- хомут пластиковый 3*100 мм (100 шт.) - по числу обучающихся
- двухсторонний высококачественный скотч 3М 10 пластинок размером 4*2,5 см. - по числу обучающихся
- набор первой медицинской помощи - 1 шт.
- 3D-принтер (с расходными материалами) - 2 шт.
- стенд для испытания АКБ - 1 шт.
- стенд для испытания ВМГ - 1 шт.

Набор ручного инструмента (на каждого обучающегося):

- отвертка шестигранная 1.5 мм *
- отвертка шестигранная 2 мм *
- отвертка шестигранная 2.5 мм *
- отвертка шестигранная 3 мм *
- отвертка со сменными шестигранными битами 1.5/2/2.5/3мм
- бокорезы "Мини" 115 мм
- плоскогубцы "Мини" 125 мм
- плоскогубцы "Fine", 160 мм (Hobbi)
- пассатижи KRAFTOOL для снятия изоляции, 0,8-2,6мм, 150мм
- REXANT Пинцет прямой с острыми кончиками 120 мм. 1202938
- пинцет антистатический
- ключ для пропеллеров, 8 мм
- усиленный нож 25мм, 5 лезвий в комплекте Inforce GW 06-02-06;

Площадь одного рабочего места не менее 6 м.кв (3*2 метра)

Электричество на 1 рабочее место - 220 Вольт

Выводов розеток на 1 рабочее место – 6 штук

Кабельное подключение к сети Интернет на каждом рабочем месте.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов»

Целью повышения квалификации по Программе является формирование профессиональных компетенций в области сборки, пайки, настройки и ремонта беспилотных летательных аппаратов. Трудоемкость освоения: 72 ак.ч.

Формируемые компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3 на основании 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» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14 сентября 2022 г. № 526н)

Содержание рабочей программы

код	Тема
1	Введение в курс
1.1.	Техника безопасности и охрана труда при работе с БПЛА мультироторного типа
1.2.	Классификация и виды БПЛА мультироторного типа
2.	Принципы проектирования и строение БЛА ВВ мультироторного типа
2.1.	Устройство механических узлов, конструкций рамы и других составляющих БЛА ВВ мультироторного типа
2.2.	Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Винтомоторная группа
2.3.	Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Регуляторы
2.4.	Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Полетные контроллеры
2.5.	Элементы конструкции БПЛА мультироторного типа. Системы позиционирования
2.6.	Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Системы приёма и передачи видео
2.7.	Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Системы управления БПЛА мультироторного типа
2.8.	Элементы конструкции беспилотного летательного аппарата. Антенны
2.9.	Аккумуляторные батареи и зарядные станции
2.10.	Программное обеспечение
2.11.	Пайка
3.	Сборка БПЛА мультироторного типа
3.1.	Практика пайки
3.2.	Сборка рамы
3.3.	Пайка регулятора оборотов
3.4.	Пайка двигателей на регулятор
3.5.	Распайка полетного контроллера и подключаемых модулей
3.6.	Сборка
3.7.	Прошивка
4.	Подготовка к полету
4.1.	Предполетная подготовка
5.	Поиск и устранение неисправности коптера
5.1.	Проведение проверок исправности и работоспособности беспилотных воздушных судов
5.2.	Обслуживание беспилотных воздушных судов
5.3.	Замена компонентов
6.	Итоговая аттестация

Перечень практических занятий

Наименование темы	Наименование и содержание практических занятий
3.1. Практика пайки	Снятие изоляции с проводов, лужение проводов, залуживание площадок для припоя, практика тонкой пайки (с маленьким жалом), практика силовой пайки (с толстым жалом)
3.2. Сборка рамы	Сборка всех элементов рамы, правильная протяжка винтов и гаек.
3.3. Пайка регулятора оборотов	Пайка силовой части к регулятору (конденсатора ХТ60)
3.4. Пайка двигателей на регуляторы	Зачистка проводов, пайка проводов мотора с отработкой круглой, без наплывов, капли припоя.
3.5. Распайка полетного контроллера и подключаемых модулей	Лужение площадок припоя, пайка модулей по схеме полетного контроллера.
3.6. Сборка	Окончательная сборка с использованием дополнительных печатных деталей для установки навесных модулей.
3.7. Прошивка	Практика загрузки разной версии прошивки на полетный контроллер, настройка и отладка конфигурации для разных применений дрона.
4.1. Предполетная подготовка	Проверка работоспособности дрона на правильность вращения моторов, всех навесных модулей, процедура подключения к аппаратуре управления, накрутка пропеллеров
5.1. Проведение проверок исправности и работоспособности беспилотных воздушных судов	Выявление типовых ошибок сборки, пайки, процедура проверки изделия на прошивке.
5.2. Обслуживание беспилотных воздушных судов	Устранение неисправностей выявленных в процессе полета. Правильное хранение дрона и всех комплектующих. Подготовка инструментов для разборки и сборки аппарата. Практика по замене лопастей.
5.3. Замена компонентов	Практика замены всех элементов отдельно.

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в виде тестирования после завершения каждого раздела. Тест для текущего контроля содержит не менее 10 вопросов, каждый из которых оценивается по шкале «зачтено» – «не зачтено». Тест считается успешно выполненным, если слушатель верно ответит на 50 и более процентов поставленных тестовых вопросов.

Для прохождения тестирования слушателю предоставляется две попытки, период прохождения тестирования – весь срок реализации ДПП. Взаимозависимости между прохождением промежуточной аттестации и допуском к прохождению следующих тем не устанавливается.

Примеры оценочных средств для текущего контроля

1. Максимальная высота полета БПЛА устанавливается из условия:

- a. . устойчивости и управляемости;
- b. . располагаемого запаса по тяге двигателя;
- c. . запаса по углу атаки до сваливания;
- d. . экономичности полета.

2. Что из нижеперечисленного не является преимуществом БПЛА?:

- a. Высокая мобильность.
- b. Отсутствие жестких требований к стартовой площадке.
- c. Сигналы GPS навигаторов, как и любые сигналы, принимаемые/отсылаемые БПЛА, можно перехватывать и подменять.
- d. Минимальная аудиовизуальная заметность, возможность ведения скрытого наблюдения..

3. Барометрический датчик давления предназначен для:

- a. измерения высоты БПЛА;
- b. измерения давления на высоте БПЛА;
- c. измерения давления на уровне Земли;

4. Мультикоптер – это:

- a. летательный аппарат с произвольным количеством несущих винтов, вращающихся диагонально в противоположных направлениях;
- b. многороторный вертолёт;
- c. беспилотный аппарат для перемещения в туннелях.

5. Линейными координатами БПЛА являются:

- a. дальность, высота, боковое перемещение;
- b. скорость, угловые координаты;
- c. земные координаты;
- d. скоростные координаты.

6. Какое число винтов не может быть на мультикоптере?

- a. 8
- b. 7
- c. 5
- d. 4.

7. Что из себя представляют большинство контроллеров?

- a. пошаговую процедуру выбора настроек для конкретной конфигурации БПЛА;
- b. алгоритм осуществления полета на БПЛА в темное время суток;
- c. технические характеристики БПЛА;
- d. список допустимого навесного оборудования.

8. Место расположения АКБ?

- a. центр БПЛА;
- b. на 1/3 ближе к задней части БПЛА;
- c. на 1/3 ближе к передней части БПЛА;
- d. без разницы.

9. Что позволяет система OSD

- a. Для сбрасывания различных предметов;
- b. для стабилизации камеры;
- c. позволяет катапультироваться с борта.
- d. Отображение полезной информации, поверх видеоизображения с курсовой камеры.

10. Что в БПЛА используется для передачи данных, полученных с бортовых сенсоров, на пункт управления?

- a. радиопередатчик;
- b. фотоаппаратура;
- c. планшет.

11. Какой материал рамы будет наименее надёжным??

- a. Металл
- b. ABS – пластик
- c. Карбон

Литература

Нормативные правовые документы:

1. Указ Президента Российской Федерации от 01.05.2022 № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202205010023>
2. Федеральный закон от 19. 03. 1997 года № 60-ФЗ «Воздушный кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/
3. Постановление правительства Российской Федерации от 16.11.2015 № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (с изменениями на 28 декабря 2022 года), URL: <http://government.ru/docs/20650/>
4. Постановление правительства Российской Федерации от 10.07.2019 № 878 «О мерах стимулирования производства радиоэлектронной продукции на территории Российской Федерации при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, о внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2016 г. № 925 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации», URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201907190016>
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 11. 03. 2010 года № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_9895
6. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16. 01. 2012 года № 6 «Об утверждении Федеральных авиационных правил "Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации"» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70153546/>.
7. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 24. 01. 2013 года № 13 «Об утверждении Табеля сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902397031>.
8. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 27. 06 2011 года № 171 «Об утверждении Инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/55171832>.
9. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.09.2014 года № 1130-ст «Об утверждении национального стандарта» [Электронный ресурс]. URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-Rosstandarta-ot-18.09.2014-N-1130-st>
10. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
11. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р).
12. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629).
13. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи (СанПиН 2.4.3648-20) (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28).
14. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р).
15. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (Письмо Департамента государственной политики в сфере воспитания обучающихся и молодежи Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242).

Основная:

1. Беспилотные летательные аппараты. Справочное пособие. Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2015. — 616 с. https://www.studmed.ru/bespilotnye-letatelnye-apparaty-spravochnoe-posobie_db26c50ed68.html

2. Гребеников А.Г., Мялица А.К., Парфенюк В.В. и др. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов. Справочное пособие. – Харьков: Харьковский авиационный институт, 2008. — 377 с. https://www.studmed.ru/grebenikov-a-g-myalica-a-k-parfenyuk-v-v-i-dr-obschie-vidy-i-harakteristiki-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov_f4cf99da253.html

Дополнительная:

1. ГОСТ Р 56939-2016 – Национальный стандарт Российской Федерации, Защита информации, Разработка безопасного программного обеспечения, Общие требования, URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200135525>
2. ГОСТ Р 58412-2019 - Национальный стандарт Российской Федерации, Защита информации, Разработка безопасного программного обеспечения, Угрозы безопасности информации при разработке программного обеспечения, URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164529>
3. ГОСТ Р 59853–2021 «Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения», URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=242079>
4. ГОСТ Р 59792–2021 «Информационные технологии (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды испытаний автоматизированных систем», URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=241706>
5. ГОСТ Р 59795–2021 «Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов», URL: <https://protect.gost.ru/default.aspx/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=1&month=12&year=2021&search=&id=241757>
6. ГОСТ 19.301–79 «Единая система программной документации. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению», URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007650>
7. ГОСТ 2.106–2019 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы» (с изменениями от 22 июня 2006 года), URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164121>

Интернет-ресурсы, справочные системы:

1. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru/>
2. Государственная корпорация по организации воздушного движения в Российской Федерации [Сайт]. — URL: <https://gkovd.ru/> (дата обращения: 28.09.2022).
3. Межгосударственный авиационный комитет [Сайт]. — URL: <http://www.mak.ru/>
4. Отраслевое агентство «АвиаПорт» [Сайт]. — URL: <http://www.aviaport.ru/>
5. Российский авиационно-космический портал [Сайт]. — URL: <http://www.avia.ru/>
6. Федеральное агентство воздушного транспорта [Сайт]. — URL: <https://favt.gov.ru/>
7. Фонд развития инфраструктуры воздушного транспорта «Партнер гражданской авиации» [Сайт]. — URL: <http://www.aviafond.ru/>
8. International air Transport Association [Сайт]. — URL: <http://www.iata.org>
9. International Civil Aviation Organization [Сайт]. — URL: <http://www.icao.int/>
10. <https://роботека.рф/quadrocopter>
11. https://pikabu.ru/story/uchimsya_upravlyat_kvadrokopterom_byistro_bezopasno_i_byudzhetno_5207854
12. <https://aviation21.ru/category/bespilotnye-la/>
13. <https://profpv.ru/analogovoe-fpv-i-cifrovое-fpv-что-luchshe-i-ka/>
14. <https://profpv.ru/11-pravil-kotorym-nuzhno-sledovat-posle/>
15. <https://jborder.ru/obzory/drony/c-chego-nachat-zanimatsya-fpv-s-dronami/>
16. <https://profpv.ru/что-takoe-pid-na-что-vliyaet-i-kak-nastroit/?wpmeteorisable=1>
17. <https://habr.com/ru/articles/738210/>
18. <https://profpv.ru/poshagovaya-sborka-kvadrokoptera-svoimi-rukami/>
- 19.

**ПРОГРАММА ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
повышения квалификации**

«Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов»

1. Цель и задачи итоговой аттестации

Итоговая аттестация направлена на выявление уровня сформированных компетенций и практических навыков профессиональной деятельности у слушателей в области сборки, пайки, настройки и ремонта беспилотных летательных аппаратов.

2. Результаты освоения Программы

В ходе освоения Программы будут усовершенствованы следующие профессиональные компетенции (далее – ПК):

ПК-1 - способность выполнять техническое обслуживание и ремонт мультироторных БпЛА,

ПК-2 – способность программирования полетных контроллеров БпЛА,

ПК-3 - способность осуществлять предполетную подготовку и послеполетное обслуживание БпЛА.

Планируемые результаты обучения по Программе соответствуют выполняемым трудовым действиям, определенным на основании 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» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14 сентября 2022 г. № 526н).

3. Формы и объем итоговой аттестации

Итоговое аттестационное испытание проводится в форме электронного тестирования и выполнения практического задания – сборка и ремонт БпЛА,

Объем итоговой аттестации – 6 академических часов.

4. Общие требования к итоговым аттестационным испытаниям

Итоговое аттестационное испытание проводится в форме электронного тестирования, включающего в себя ответы на 10 тестовых заданий и выполнения практического задания по сборке или ремонту БпЛА. База тестов находится в ООО «КБ «ЦБС». Практическая часть итоговой аттестации выполняется по заданиям инструктора.

5. Процедура проведения итоговых аттестационных испытаний

Итоговое аттестационное испытание проводится в форме электронного тестирования и выполнения практического задания. К итоговому тестированию допускаются лица, завершившие обучение по Программе и имеющие положительные результаты текущего тестирования.

Для ответов на тестовые задания слушателям отводится 2 ак.ч., на выполнение практического задания – 4 ак.ч.

Слушателям, не прошедшим итоговую аттестацию по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других исключительных случаях, документально подтвержденных), должна быть предоставлена возможность пройти итоговую аттестацию повторно, в соответствии с медицинским заключением или другим документом, предъявленным слушателем, или с восстановлением на дату проведения итоговой аттестации. В случае если слушатель был направлен на обучение предприятием (организацией), указанный вопрос согласовывается с данным предприятием (организацией).

6. Примеры оценочных средств итоговой аттестации

Задания для теоретического этапа итогового экзамена:

Задание с выбором ответа №1

Техническое обслуживание это:

- а) комплекс технологических операций и организационных действий по поддержанию работоспособности или исправности объекта при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании**
- б) комплекс технологических операций и организационных действий по восстановлению работоспособности, исправности и ресурса объекта и/или его составных частей
- в) совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления (качества либо эксплуатационных характеристик) объектов, входящих в эту систему

Задание с выбором ответа №2

Ремонт это:

- а) комплекс технологических операций и организационных действий по восстановлению работоспособности, исправности и ресурса объекта и/или его составных частей**
- б) совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления (качества либо эксплуатационных характеристик) объектов, входящих в эту систему
- в) совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления (качества либо эксплуатационных характеристик) объектов, входящих в эту систему
- г) комплекс технологических операций и организационных действий по поддержанию работоспособности или исправности объекта при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании

Задание с выбором ответа №3

Гироскоп используется в БПЛА для:

- а) Стабилизации полета, гироскоп помогает поддерживать стабильность и управляемость БПЛА, предотвращая его нежелательное вращение или крен;**
- б) для удержания позиции в полета БПЛА и ориентации на местности;
- в) Для контролирования высоты полета , удержания высоты в конкретной точке без использования ручного воздействия на управление БПЛА.

Задание с выбором ответа №4

Сохранность заряда (емкости) (charge (capacity) retention) это:

- а) емкость, выраженная в процентах от номинальной емкости, которую может отдать аккумулятор после хранения в течение установленного времени при заданной температуре без последующего заряда**
- б) установленное напряжение замкнутой цепи, при котором разряд аккумулятора или батареи считается законченным
- в) емкость, которую может отдать аккумулятор после заряда, следующего (по окончании проведения) за испытанием на сохранность заряда

Задание с выбором ответа №5

Инерциальная система на основе спутников Глонасс:

- а) Определение координат земных объектов и БПЛА с использованием электронных карт местности**
- б) Определение координат объектов и Глонасс с использованием земных пунктов управления
- в) Определение навигационных параметров БПЛА с использованием приборов Глонасс
- г) Определение параметров на основе гироскопов

Задание с выбором ответа №6

Флюсом является :

- a) Вдутье на поверхности детали или изделия;
- b) Вещество для окисления поверхности детали**
- c) Вещество для обезжиривания поверхности детали и снятия оксидных пленок

Задание с выбором ответа №7

Режим FailSafe что означает:

- a) Режим сохраняющий работу БПЛА, после отказа связи, позволяющий БПЛА безопасно произвести посадку, либо продолжить полет до появления устойчивой связи управления.**
- b) Режим позволяющий произвести автоматический взлет и посадку для БПЛА
- c) Режим для автономного управления, режим полета изделия по точкам заданным заранее в программе Mission Planer

Задания для практического этапа итогового экзамена:

Задание №1:

Задание (формулировка задания):

Полная сборка, распайка, прошивка изделия.

Условия выполнения задания:

Выдается весь комплект необходимых частей для полной сборки БПЛА, необходимы инструмент, крепеж, и пластиковые элементы крепления, ноутбук с программой BetaFlight. Необходимо произвести сборку рамы, распайку платы регулятора, моторов, тонкую пайку, распайку отдельных элементов, после этого прошить БЛА, настроить конфигурацию для полета в режиме Angle. Произвести предполетную проверку с аккумулятором и аппаратурой управления (подключить пульт управления к дрону).

Место выполнения задания:

Специально оборудованный класс (класс технической подготовки).

Максимальное время выполнения задания: как правило не более 1 часа

Критерии оценки:

Задание считается выполненным, если все критерии - ДА

1. Собрана и хорошо протянута все элементы рамы;
2. Качественная пайка без холодно пая и КЗ;
3. Навесные элементы припаяны четко по схеме;
4. Все дополнительные элементы собраны и стоят на своем месте.
5. Установленная правильная прошивка, назначения портов совпадает с распайкой.
6. Вращение установлено четко по схеме;
7. Назначения каналов управления настроено правильно для конкретного пульта;
8. Ровно откалиброван акселерометр;
9. порядок включения оборудования верный;
10. По результатам предполетной проверки произвести доклад о готовности изделия к полету.

Задание №2:

Задание (формулировка задания):

Проверка навыков управления БПЛА в симуляторе.

Условия выполнения задания:

Выдается ноутбук с приложением Liftoff, пульт управления, очки FPV (при необходимости) Необходимо пролететь 3 круга на стандартной трассе за 6 минут в режиме Астро.

Место выполнения задания:

Специально оборудованный класс (класс технической подготовки).

Максимальное время выполнения задания: как правило не более 30 минут

Критерии оценки:

Задание считается выполненным, если все критерии – ДА

1. Время полета трассы не более 6 минут

2. Винты не были повреждены

Задание №3:

Задание (формулировка задания):

Пролет на БПЛА по заданному маршруту.

Условия выполнения задания:

Выдается ранее собранный БПЛА, аппаратура управления, FPV шлем, аккумулятор, пропеллеры. Необходимо провести проверку изделия и совершить полет по заданному маршруту в режиме Angle.

Место выполнения задания:

Оборудованный полигон для полета с рамками и взлетной площадкой.

Максимальное время выполнения задания: как правило не более 1 часа

Критерии оценки:

Задание считается выполненным, если все критерии – ДА

1. Траектория полета не изменилась
2. Высота полета не выше 4 метров
3. БПЛА не коснулся земле до момента посадки
4. БПЛА не коснулся искусственных препятствий
5. Напряжение батареи, после посадки не просело до 3.6 на одной ячейки
6. Плавная посадка на место взлета
7. Соблюдены требования безопасности при полете.

Шкала оценивания итоговой аттестации

Баллы	Оценка	Критерии оценивания
от 40 до 100 (включительно) и выполнены все практические задания	Зачтено	Компетенции сформированы на высоком уровне (на достаточно высоком уровне). Практические навыки профессиональной деятельности по сборке, пайке, настройке и ремонту БПЛА мультироторного типа сформированы на высоком уровне (на достаточно высоком уровне).
39 и менее или выполнены не все практические задания	Не зачтено	Компетенции сформированы на минимальном уровне (либо не сформированы). Наличие минимального уровня представлений о деятельности, связанной с процессом сборки, пайки, настройке и ремонту БПЛА мультироторного типа.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение итоговой аттестации

Литература

Нормативные правовые документы:

1. Указ Президента Российской Федерации от 01.05.2022 № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202205010023>
2. Федеральный закон от 19. 03. 1997 года № 60-ФЗ «Воздушный кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/
3. Постановление правительства Российской Федерации от 16.11.2015 № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (с изменениями на 28 декабря 2022 года), URL: <http://government.ru/docs/20650/>
4. Постановление правительства Российской Федерации от 10.07.2019 № 878 «О мерах стимулирования производства радиоэлектронной продукции на территории Российской Федерации при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, о внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 10.07.2019 № 878»

Федерации от 16 сентября 2016 г. № 925 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»,

URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201907190016>

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 11. 03. 2010 года № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_9895

6. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16. 01. 2012 года № 6 «Об утверждении Федеральных авиационных правил "Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации"» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70153546/>

7. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 24. 01. 2013 года № 13 «Об утверждении Табеля сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902397031>

8. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 27. 06 2011 года № 171 «Об утверждении Инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/55171832>

9. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.09.2014 года № 1130-ст «Об утверждении национального стандарта» [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosstandarta-ot-18.09.2014-N-1130-st>

10. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.

11. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р).

12. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629).

13. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р).

14. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (Письмо Департамента государственной политики в сфере воспитания обучающихся и молодежи Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242).

Основная:

1. Беспилотные летательные аппараты. Справочное пособие. Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2015. — 616 с. https://www.studmed.ru/bespilotnye-letatelnye-apparaty-spravochnoe-posobie_db26c50ed68.html

2. Гребеников А.Г., Мялица А.К., Парфенюк В.В. и др. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов. Справочное пособие. – Харьков: Харьковский авиационный институт, 2008. — 377 с. https://www.studmed.ru/grebenikov-a-g-myalica-a-k-parfenyuk-v-v-i-dr-obschie-vidy-i-harakteristiki-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov_f4cf99da253.html

3.

Дополнительная:

1. ГОСТ Р 56939-2016 – Национальный стандарт Российской Федерации, Защита информации, Разработка безопасного программного обеспечения, Общие требования, URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200135525>

2. ГОСТ Р 58412-2019 - Национальный стандарт Российской Федерации, Защита информации, Разработка безопасного программного обеспечения, Угрозы безопасности информации при разработке программного обеспечения, URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164529>

3. ГОСТ Р 59853–2021 «Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения», URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=242079>

4. ГОСТ Р 59792–2021 «Информационные технологии (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды испытаний автоматизированных систем», URL:

<https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=241706>

5. ГОСТ Р 59795–2021 «Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов», URL:

<https://protect.gost.ru/default.aspx/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=1&month=12&year=2021&search=&id=241757>

6. ГОСТ 19.301–79 «Единая система программной документации. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению», URL:

<https://docs.cntd.ru/document/1200007650>

7. ГОСТ 2.106–2019 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы» (с изменениями от 22 июня 2006 года), URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164121>

Интернет-ресурсы, справочные системы:

1. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru/>
2. Государственная корпорация по организации воздушного движения в Российской Федерации [Сайт]. — URL: <https://gkovd.ru/> (дата обращения: 28.09.2022).
3. Межгосударственный авиационный комитет [Сайт]. — URL: <http://www.mak.ru/>
4. Отраслевое агентство «АвиаПорт» [Сайт]. — URL: <http://www.aviaport.ru/>
5. Российский авиационно-космический портал [Сайт]. — URL: <http://www.avia.ru/>
6. Федеральное агентство воздушного транспорта [Сайт]. — URL: <https://favt.gov.ru/>
7. Фонд развития инфраструктуры воздушного транспорта «Партнер гражданской авиации» [Сайт]. — URL: <http://www.aviafond.ru/>
8. International air Transport Association [Сайт]. — URL: <http://www.iata.org>
9. International Civil Aviation Organization [Сайт]. — URL: <http://www.icao.int/> (
10. <https://роботека.пф/quadrocopter>
11. https://pikabu.ru/story/uchimsya_upravlyat_kvadrokopterom_byistro_bezopasno_i_byudzhetno_5207854
12. <https://aviation21.ru/category/bespilotnye-la/>
13. <https://profpv.ru/analogovoe-fpv-i-cifrovое-fpv-что-luchshe-i-ka/>
14. <https://profpv.ru/11-pravil-kotorym-nuzhno-sledovat-posle/>
15. <https://jborder.ru/obzory/drony/c-chego-nachat-zanimatsya-fpv-s-dronami/>
16. <https://profpv.ru/что-takoe-pid-na-что-vliyaet-i-kak-nastroit/?wpmeteorisable=1>
17. <https://habr.com/ru/articles/738210/>
18. <https://profpv.ru/poshagovaya-sborka-kvadrokoptera-svoimi-rukami/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение итоговой аттестации

ООО «КБ «ЦБС» располагает материально технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, итоговой аттестации слушателей, предусмотренных учебным планом программы для очного обучения. Минимально необходимый для проведения итоговой аттестации по программе повышения квалификации «Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов» перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- автоматизированное рабочее место преподавателя (АРМ), оборудованное персональным компьютером или ноутбуком с доступом в интернет;
- рабочее место слушателя, оборудованное персональным компьютером (ноутбуком / планшетом / смартфоном) с доступом в интернет;
- комплект БПЛА мультироторного типа в разборе.