

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЦЕНТР ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
государственного
бюджетного профессионального
образовательного учреждения
Уфимский колледж
Радиоэлектроники, телекоммуникаций
и безопасности

_____ А.В. Арефьев

«10» февраля 2022 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих одно
или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлётной
массой 30 кг и менее»**

(Направление «Заказ работодателя»)

компетенция «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»

Сетевая образовательная программа

г. Уфа, 2022 г.

1. Пояснительная записка

1.1. Актуальность программы для заказчика

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Настоящая образовательная программа направлена на обучение эксплуатации и обслуживанию БПЛА, но возможно расширение содержания в области планирования полетов и организации фото- видеосъемки.

1.2. Цель реализации программы

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации, с учетом спецификации стандарта Ворлдскиллс по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем».

1.3. Планируемые результаты обучения

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации направлена на совершенствование и (или) формирование у слушателей новой компетенции с учетом спецификации стандартов Ворлдскиллс по компетенции

№ п/п	Содержание совершенствуемой или вновь формируемой компетенции
1	Соблюдать технику безопасности и охраны труда при работе с беспилотными авиационными системами
2	Осуществлять пилотирование беспилотной авиационной системы
3	Осуществлять программные настройки беспилотных авиационных систем

1.4. Требования к результатам освоения программы

В результате освоения дополнительной профессиональной программы у слушателя должны быть сформированы компетенции, в соответствии с разделом 1.3. программы.

В результате освоения программы слушатель должен **знать**:

- нормативы по технике безопасности и охране труда;
- влияние человеческого фактора на полётную безопасность;
- теорию управления БАС и правила полётов;
- основные типы конструкций, схемы и конфигурации БАС;
- состав и принцип функционирования БАС, лётно-технические характеристики;
- методы диагностики и устранения неисправностей в БАС;
- порядок демонтажа, осмотра и монтажа элементов;
- основы аэродинамики и динамики полета коптера;
- характеристики, способы и методы производства моделей БАС;
- основы аэронавигации;
- принципы ориентации и навигации БАС;
- влияние демонтажа отдельных элементов на работу общей системы БАС;
- проводить финальное тестирование перед сдачей БАС в эксплуатацию;
- нормативно-правовые акты, регулирующие эксплуатацию БАС;
- эксплуатационные ограничения БАС: максимальная скорость, ограничения высоты, минимальная допустимая видимость и др;
- правила применения разрешительной документации от гос. органов для работы в

уметь:

- соблюдать технику безопасности и охраны труда;
- действовать в соответствии с мерами безопасности при полётах;
- действовать в соответствии с правилами чрезвычайных ситуаций.
- пользоваться паяльным инструментом;
- корректно применять сборочный инструмент;
- проверять точность сборки и работоспособность аппарата
- осуществлять разборку/сборку, ремонт/замену компонентов за ограниченное время;
- выполнять взлетно-посадочные маневры;
- осуществлять пилотирование в условиях стесненного пространства;
- вносить аппаратные и программные настройки, необходимые для эффективной дистанционной работы БАС;
- устанавливать, настраивать и вносить корректировки в механические, электрические и сенсорные системы;
- фиксировать обнаруженные дефекты в отчётной ведомости;
- произвести настройку аппарата с помощью программного обеспечения, в соответствии с заданной миссией.

1.5. Категория слушателей

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

1.6. Нормативно-правовые основания разработки программы

Программа разработана в соответствии с:

- спецификацией стандартов Ворлдскиллс по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»;
- профессиональным стандартом «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 Минтруда России от 05 августа 2018 г. № 447н).

1.7. Трудоемкость обучения по данной программе - 72 часа, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (электронного обучения) учебной работы слушателя.

1.8. Форма обучения - очная с применением электронного обучения.

1.9. Форма итоговой аттестации: в виде демонстрационного экзамена с демонстрацией навыков выполнения полётов, сборке и программированию беспилотных авиационных систем.

При условии выполнения учебного плана и успешной итоговой аттестации слушатель получает удостоверение о повышении квалификации установленного образца

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименования модуля и тем	Всего, ак. часов	В том числе				Форма контроля
			Очное обучение			Электрон. обуч.	
			Лек.	Прак.	Промежут и итога тест.		
1.	Модуль 1. Требования охраны труда и	6	-	-	1	5	-

№ п/п	Наименования модуля и тем	Всего, ак. часов	В том числе			Электрон. обуч.	Форма контроля
			Очное обучение				
			Лек.	Ирак.	Промежут и итог аттест.		
	техники безопасности. Основы управления						
1.1.	Вводная лекция о содержании курса	1	-	-	-	1	-
1.2.	Основы техники безопасности полётов	1	-	-	-	1	-
1.3.	Принципы управления и строение мультикоптеров	4	-	-	1	3	зачет
2.	Модуль2. Практическое занятие на определение стартового уровня владения компетенцией	2	-	2	-	-	-
2.1.	Практическое занятие на определение стартового уровня владения компетенцией	2		2	-		-
3.	Модуль 3. Мониторинг	14		2	1	11	
3.1.	Фото, видеосъёмка с БПЛА / мониторинг местности / сбор картографических, геодезических, тепловизионных и др. данных / поиск скрытых объектов	9			-	9	-
3.2.	Правила согласования полетов в воздушном пространстве	2		-	-	2	-
3.3.	Сбор картографических данных	3	-	2	1		зачет
4.	Модуль 4. Сборка и настройка квадрокоптера	20		7	1	12	-

№ п/п	Наименования модуля и тем	Всего, ак. часов	В том числе				Форма контроля
			Очное обучение			Электрон. обуч.	
			Лек.	Ирак.	Промежут и итог аттест.		
4.1.	Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	5	-	2	-	3	-
4.2.	Составные части квадрокоптера. Разбор основных устройств управления	5	-	2	-	3	-
4.3.	Настройка полетного контроллера с помощью компьютера	5	-	2	-	3	-
4.4.	Настройка радиоприемника и пульта	5	-	1	1	3	зачет
5.	Модуль 5. Диагностика и ремонт беспилотных летательных аппаратов	12	-	6	2	4	-
5.1.	Поиск неисправностей в собранном квадрокоптере, составление плана проблем	4	-	2	-	2	-
5.2.	Замена неисправных деталей, согласно плану проблем	4	-	2	-	2	-
5.3.	Первые полеты на исправленном квадрокоптере	4	-	2	2		зачет
6.	Модуль 6. Эксплуатация полезной нагрузки	12		8	2	2	-
6.1.	Методы установки устройств для переноса груза	2		-	-	2	
6.2.	Внесение изменения в конструкцию коптера, установка внешней полезной нагрузки	2	-	2	-		-

№ п/п	Наименования модуля и тем	Всего, ак. часов	В том числе				Форма контроля
			Очное обучение			Электрон. обуч.	
			Лек.	Прак.	Промежут и итог аттест.		
6.3.	Выполнение задач с полезной нагрузкой: захват и перенос груза	4	-	4	-		-
6.4.	Выполнение задач с полезной нагрузкой: доставка / перемещение объектов	4	-	2	2		зачет
7.	Итоговая аттестация	4	-	-	4		ДЭ
ВСЕГО:		72	0	25	11	34	

Примечание: форма проведения занятий по требованию заказчика может изменяться

2.2. Примерный календарный учебный график

Период обучения (дни, недели) ¹⁾	Наименование темы, раздела
1 неделя	Модуль1. Требования охраны труда и техники безопасности. Основы управления
1 неделя	Модуль2. Практическое занятие на определение стартового уровня владения компетенцией
1 неделя	Модуль 3. Мониторинг
2 неделя	Модуль 4. Сборка и настройка квадрокоптера
2 неделя	Модуль 5. Диагностика и ремонт беспилотных летательных аппаратов
3 неделя	Модуль 6. Эксплуатация полезной нагрузки
3 неделя	Итоговая аттестация

¹⁾Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение

2.3. Рабочие программы разделов

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Форма контроля и (или) реализации
Модуль 1. Требования охраны труда и техники безопасности. Основы управления			
1.1. Вводная лекция о содержании курса	Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем	1	Лекция (ЭО)
1.2. Основы техника безопасности полётов	Техника безопасности при работе с летательными аппаратами	1	Лекция (ЭО)
1.3. Принципы управления и строение мультикоптеров	Электронное обучение: Принципы управления мультироторными системами. Принцип управления и строения самолетов. Аппаратура радиопередачи: принцип действия, общее устройство.	3	Лекция (ЭО)
Зачет		1	Устный опрос
Модуль 2. Практическое занятие на определение стартового уровня владения компетенцией			
2.1. Практическое занятие на определение стартового уровня владения компетенцией	Практическое занятие на определение стартового уровня владения компетенцией	2	Практическое занятие
Модуль 3. Мониторинг			
3.1. Фото, видеосъемка с БПЛА / мониторинг местности / сбор картографических, геодезических, тепловизионных и др. данных / поиск скрытых объектов	Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	9	Лекция (ЭО)
3.2. Правила согласования полетов в воздушном пространстве	Правила согласования полетов в воздушном пространстве. Основы аэросъемки. Правила и техника безопасности при выполнении полетов.	2	Лекция (ЭО)
3.3. Сбор картографических данных	Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.	2	Практическая работа
Зачет	Подготовка и проведение презентации по проекту		Зачет
Модуль 4. Сборка и настройка квадрокоптера			
4.1. Принцип функционирования полётного	Электронное обучение: Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования,	3	Лекция (ЭО)

контроллера и аппаратуры управления	Настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.	2	Практическая работа
4.2. Составные части квадрокоптера. Разбор основных устройств управления	Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики.	3	Лекция (ЭО)
	Пайка двигателей и регуляторов. Пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания	2	Практическая работа
4.3. Настройка полетного контроллера с помощью компьютера	Настройка полетного контроллера с помощью компьютера	3	Лекция (ЭО)
	Настройка полетного контроллера с помощью компьютера	2	Практическая работа
4.4. Настройка радиоприемника и пульта	Настройка радиоприемника и пульта	1	Лекция (ЭО)
	Настройка радиоприемника и пульта	1	Практическая работа
Зачет	Демонстрация выполнения настроек квадрокоптера	1	Зачет
Модуль 5. Диагностика и ремонт беспилотных летательных аппаратов			
5.1. Поиск неисправностей в собранном квадрокоптере, составление плана проблем.	Методики диагностики и поиска неисправностей в коптере	2	Лекция (ЭО)
	Правила заполнения дефектной ведомости	2	Практическая работа
5.2. Замена неисправных деталей, согласно плану проблем	Основные неисправности и способы их устранения	2	Лекция (ЭО)
	Замена неисправных деталей	2	Практическая работа
5.3. Первые полеты на исправленном квадрокоптере	Инструктаж по технике безопасности полетов. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	2	Лекция (ЭО)
	Учебные полеты	2	Практическая работа
Зачет	Демонстрация выявления и устранения неисправностей квадрокоптера	1	Зачет
Модуль 6. Эксплуатация полезной нагрузки			
6.1. Методы установки устройств для переноса груза	Настройка внешней полезной нагрузки	2	Лекция (ЭО)
6.2. Внесение изменения в конструкцию коптера, установка внешней полезной нагрузки	Техническое обслуживание квадрокоптера. Проведение учебных полётов в зале	2	Практическая работа

6.3. Выполнение задач с полезной нагрузкой: захват и перенос груза	Выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	4	
6.4. Выполнение задач с полезной нагрузкой: доставка/перемещение объектов	Разбор аварийных ситуаций. Проведение учебных полётов в зале	2	Практическая работа
Зачет	Демонстрация навыков пилотирования квадрокоптера	2	Зачет
Итоговая аттестация	Выполнить настройку и пилотирование квадрокоптера	2	ДЗ

2.4. Оценка качества освоения программы (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Итоговая аттестация проводится в форме демонстрационного экзамена.

Для итоговой аттестации используется КОД № 1.2 по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем», размещенный в Банке эталонных программ Академии Ворлдскиллс Россия. Баллы за выполнение заданий демонстрационного экзамена выставляются в соответствии со схемой начисления баллов, приведенной в КОД. Необходимо осуществить перевод полученного количества баллов в оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»,

Оценка	«2»	«3»	«4»	«5»
Количество набранных баллов в рамках ДЭ	0-6	7-13	14-20	21-28

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Материально-техническое оснащение рабочих мест преподавателя программы и слушателя программы

Наименование помещения	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, флипчарт
Лаборатория, компьютерный класс	Лабораторные и практические занятия,	Рабочие места - 4 Оборудование: 1. Учебный набор квадрокоптера по компетенции Эксплуатация Беспилотных Авиационных Систем "COEX Клевер 4 WorldSkills Russia" 2. 3D принтер 3. Паяльная станция с феном 4. Дымоуловитель настольный 5. Держатель для плат "Третья рука" 6. Коврик для пайки силиконовый, антистатический 7. Мультиметр 8. Клеевой пистолет 9. Ноутбук (согласно характеристика ИЛ) 10. Одноплатный портативный микрокомпьютер 11. Флэш-карта MicroSD 32Gb с адаптером на SD-card 12. Зарядное устройство для портативного аккумулятора 13. Источник бесперебойного питания 480 Вт 14. Программное обеспечение для трёхмерного моделирования 15. программа фотограмметрии 16. Стол рабочий монтажника радиоаппаратуры "Новатор" 17. Рабочее кресло на колесах 18. Светильник 19. Отвертка со сменными шестигранными битами

		20. Бокорезы "Мини" 21. Пинцет антистатический 22. Штангенциркуль электронный 23. Набор надфилей 24. Усиленный нож 25. Сетка разделительная полётной зоны 26. Трасса для пилотирования 27. Взлётно-посадочные площадки 28. Грузоприёмники 29. Подставки под мячики для переноски грузов 30. Стрелки направления полёта 31. Квадрокоптер для Аэросъёмки Сетчат
Компьютерный класс	Практические и лабораторные занятия	Рабочие места - 4. Компьютеры, программное обеспечение: Windows 10, пакет Microsoft Office , доступ к сети Интернет

3.2. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды

Электронные информационные ресурсы	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Цифровая платформа на сайте ГАУ ЦОПП РБ	лекции	Персональный компьютер с выходом в интернет

3.3. Методическое обеспечение учебного процесса

Список литературы

Основная

- Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон, журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения 31.10.2016).
- Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон, журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (дата обращения 31.10.2016).
- Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 31.10.2016).
- Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf (дата обращения 31.10.2016).
- Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
- Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон, журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 31.10.2016).
- Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337

Дополнительная

- Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html
- Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center,

Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа:

<http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf> (дата обращения 31.10.2016).

10. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229.
11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
11. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727.
4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluul1_public.pdf (дата обращения 31.10.2016).
12. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15)
13. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
14. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jffranklin.2013.10.021
15. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5aiQJvA?t=1344>,
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>,
<http://alexgyver.ru/quadcopters/>

3.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Требования к квалификации педагогических кадров: кадровое обеспечение программы осуществляет преподавательский состав согласно ЕКТС.

К отдельным темам и занятиям по программе могут быть привлечены дополнительные преподаватели.

4. РУКОВОДИТЕЛЬ И СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Автор(ы)/составители:

Халимов Ленар Фанилевич преподаватель высшей категории, - эксперт WorldSkills с правом проведения регионального чемпионата

Ганеев Динар Илдарович - эксперт WorldSkills WorldSkills с правом проведения регионального чемпионата