

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Факультет инновационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной  
деятельности

Е.В. Луков

(подпись)

« 04 » сентя 2024

**ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

программа профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих

**«Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных  
систем»**

**Код профессии** Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной  
массой 30 кг и менее)  
(по приказу от 14.07.2023 № 534)

**Квалификационный разряд, класс, категория:** -  
(при наличии)

**Трудоемкость:** 148 ч.

**Форма обучения:** очная

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебного управления

М.А. Игнатъева

Декан факультета инновационных технологий

С.В. Шидловский

Томск 2024

Основная программа профессионального обучения разработана в соответствии с требованиями профессионального стандарта **17.071 Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее** по профессии рабочего **Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 кг и менее)**

**Организация-разработчик:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

**Разработчик:** Окунский Михаил Викторович, ассистент кафедры информационного обеспечения инновационной деятельности ФИТ ТГУ, заведующий учебной лабораторией интеллектуальных систем управления.

**Руководитель:** Окунский Михаил Викторович, ассистент кафедры информационного обеспечения инновационной деятельности ФИТ ТГУ, заведующий учебной лабораторией интеллектуальных систем управления.

# ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### основной программы профессионального обучения «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем»

№ п/п	Наименование модулей / разделов / тем	Общая трудоёмкость, ч	Контактные часы		СРС, ч	Формы контроля
			лекции	практические занятия		
<b>I</b>	<b>Введение в технологии и эксплуатацию БАС</b>	<b>72</b>		<b>32</b>	<b>40</b>	<b>Зачет</b>
1	<b>Раздел 1. Введение в эксплуатацию БАС</b>	<b>16</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	
1.1	Разновидности БАС и сферы применения	4		2	2	
1.2	Состав БАС	12	-	6	6	Задание 1
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Законодательство в сфере эксплуатации БАС</b>	<b>12</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	
2.1	Постановка на учет БВС	6	–	2	4	
2.2	Разрешение на полет БАС	6	–	2	4	
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Программное управление БВС</b>	<b>44</b>	-	<b>20</b>	<b>22</b>	
3.1	Принцип действия БАС мультироторного типа	6	-	2	4	

3.2	Работа в специализированном ПО для настройки БВС	10	-	4	6	
3.3	Программное управление БВС	16	-	8	8	Задание 2
3.4	Управление БВС при различных метеоусловиях	12	-	6	6	Задание 3
<b>II</b>	<b>Практические навыки пилотирования БАС</b>	<b>72</b>	<b>–</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	<b>Зачет</b>
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Полёты на 3D-симуляторе</b>	<b>42</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	
1.1	Ознакомление с 3D-симулятором	4	–	2	2	
1.2	Базовые маневры пилотирования	12	–	6	6	
1.3	Тренировка пилотирования БВС коптерного типа	26	-	10	16	Задание 4
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Управление БВС в Полигоне</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	
2.1	Ознакомление с Полигоном пилотирования БВС	4	-	2	2	
2.2	Предполетная подготовка БВС коптерного типа	12	-	4	8	
2.3	Полет по автоматическим полетным заданиям в Полигоне	14	-	8	6	Задание 5
<b>Итоговая аттестация</b>		<b>4</b>	<b>–</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Квалификационный экзамен</b>
<b>Итого</b>		<b>148</b>		<b>66</b>	<b>82</b>	

# ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## ХАРАКТЕРИСТИКА

### основной программы профессионального обучения «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем»

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

##### 1.1. Нормативно-правовая база

Настоящая программа разработана в соответствии с:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ от 26 августа 2020 года № 438 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 14 июля 2023 г. № 534 «Об утверждении Перечня профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение»;
- Профессиональный стандарт 17.071 «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 14.09.2022 2022 г. № 526н.
- локальные нормативные акты ТГУ

##### 1.2. Цель реализации программы

Целью реализации программы является формирование у обучающихся профессиональных знаний, умений и навыков по профессии рабочего «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 кг и менее)» в рамках 3 уровня квалификации вида профессиональной деятельности «Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее», предусмотренного профессиональным стандартом 17.071 «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее», с присвоением рабочей профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 кг и менее)».

### 1.3. Планируемые результаты обучения

Виды деятельности	Профессиональные компетенции ППО	Практический опыт	Умения	Знания
<p>Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее</p>	<p>ПК 1.1. Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее (В/01.3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение полетного задания, отработка порядка его выполнения и действий при управлении беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>- Подбор и подготовка картографического материала.</li> <li>- Ознакомление с ограничениями в районе выполнения полета по маршруту (трассе).</li> <li>- Подбор стартово-посадочной площадки для эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>- Оценка метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения полетов беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>- Нанесение маршрута полета на карту.</li> <li>- Подготовка плана полета беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее и</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку.</li> <li>- Использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций.</li> <li>- Использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна.</li> <li>- Составлять полетное задание и план полета.</li> <li>- Оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотных авиационных систем.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Правила и порядок, установленные воздушным законодательством Российской Федерации, получения разрешения на использование воздушного пространства, в том числе при выполнении полетов над населенными пунктами, при выполнении авиационных работ.</li> <li>- Нормативные правовые акты об установлении запретных зон и зон ограничения полетов; порядок получения информации о запретных зонах и зонах ограничения полетов.</li> <li>- Нормативные правовые акты, регламентирующие организацию и выполнение полетов беспилотным воздушным судном.</li> <li>- Порядок организации и выполнения полетов беспилотным воздушным судном в сегрегированном воздушном пространстве.</li> <li>- Основы воздушной навигации, аэродинамики и метеорологии в объеме, необходимом для подготовки и выполнения полета беспилотным воздушным судном максимальной взлетной массой до 30 кг в ожидаемых условиях</li> </ul>

		<p>представление его соответствующему органу Единой системы организации воздушного движения, в том числе с использованием цифровых технологий.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Подготовка программы полета беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее и ее загрузка в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна.</li> <li>- Подготовка стартово-посадочной площадки и развертывание беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>- Проверка готовности беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, к использованию в соответствии с эксплуатационной документацией и полетным заданием, ее приемка.</li> </ul>		<p>эксплуатации.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Летно-технические характеристики беспилотной авиационной системы и влияние на них эксплуатационных факторов.</li> <li>- Порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета.</li> <li>- Правила подготовки плана полетов и порядок его подачи органу Единой системы организации воздушного движения.</li> <li>- Порядок подготовки программы полета и загрузки ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна.</li> <li>- Порядок проведения предполетной подготовки беспилотной авиационной системы и ее элементов.</li> </ul>
	<p>ПК 1.2. Управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уточнение полетного задания в соответствии с фактическими метеорологическими, орнитологическими и навигационными данными.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Осуществлять запуск беспилотного воздушного судна.</li> <li>- Осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного</li> </ul>	<p>Нормативные правовые акты, регламентирующие порядок использования воздушного пространства Российской Федерации, производство</p>

	<p>массой 30 килограммов и менее (В/02.3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Установление связи с органом Единой системы организации воздушного движения и получение разрешения на использование воздушного пространства.</li> <li>- Принятие решения на взлет беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>- Запуск беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>- Дистанционное управление полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее и (или) контроль параметров полета.</li> <li>- Выполнение полета беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее в соответствии с полетным заданием.</li> <li>- Выполнение действий при возникновении особых случаев в полете беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>- Принятие решений о посадке беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, а также о прекращении полета и возвращении на аэродром либо о вынужденной посадке в случае явной угрозы окружающим или</li> </ul>	<p>воздушного судна.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов.</li> <li>- Определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления.</li> <li>- Принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.</li> <li>- Выполнять послеполетные работы.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- полетов беспилотными воздушными судами.</li> <li>- Порядок производства полетов беспилотными воздушными судами в сегрегированном воздушном пространстве.</li> <li>- Основы аэронавигации, аэродинамики, метеорологии в объеме, необходимом для выполнения безопасного полета беспилотным воздушным судном.</li> <li>- Требования эксплуатационной документации, летно-технические характеристики и эксплуатационные ограничения беспилотного воздушного судна.</li> <li>- Технология выполнения авиационных работ, характеристики используемых веществ и оборудования.</li> <li>- Порядок проведения послеполетных работ.</li> <li>- Ответственность за нарушение правил использования воздушного пространства, безопасной эксплуатации воздушного судна.</li> </ul>
--	---	---	--	---

		безопасности полета беспилотного воздушного судна. Выполнение послеполетного осмотра беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.		
--	--	--	--	--

При реализации настоящей программы в рамках конкретной ОПОП соответствие компетенций устанавливается приложением 1.

**1.4. Требования к поступающим, категория слушателей:** к освоению данной образовательной программы допускаются лица, имеющие среднее общее, среднее профессиональное или высшее образование.

**1.5. Трудоемкость обучения:** 144 часа, включая все виды аудиторной и самостоятельной работы слушателя и время, отводимое на контроль качества освоения программы

**1.6. Форма обучения:** очная, в соответствии с календарным графиком основной образовательной программы высшего образования.

### МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Наименование кабинета (мастерской, лаборатории и т.д.)	Вид занятий	Материально-техническое оснащение (наименование оборудования, программного обеспечения)
Учебная аудитория	Практические занятия	Технические средства обучения: компьютер, мультимедийный проектор, экран, маркерная доска
Учебный центр пилотирования БАС	Практические занятия	<p>Компьютер обучающего - ПЭВМ "BVK" с Монитором (учебный 27") AMD Ryzen 5 4500 6-Core, 16Gb RAM, 240Gb + 960Gb - ROM, rtx2060 (15 шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>Пульт управления БВС (тип 1) с драйверами - FlySky FS I6 (16 шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>Пульт управления БВС (тип 2) с драйверами - Jumper T-LITE V2 ELRS (16 шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО СИТ-НЕБО VR.</p> <p>Пульт управления БВС (тип 3) с драйверами - Radiomaster TX12 (31шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>FPV-шлем (тип 1) - Skyzone Cobra X V2 (16шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>Учебная видеопанель - TCL 75P745 (1 шт) для демонстрации преподавателем при обучении управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>Стенд с комплектом ЗИП с драйверами - СИТ-Стенд (1шт) демонстрация управлением дрона</p> <p>Беспилотное воздушное судно (БВС) - Pixhawk PX4 (1шт) демонстрация управлением дрона</p>

		<p>Учебный прототип летающего устройства (тип 1) диаметр рамы 5"" количество моторов 4 модель полётного контроллера Pixhawk АКБ 1100мАч (30шт)</p> <p>Учебный прототип летающего устройства (тип 2) диаметр рамы 7"" количество моторов 4 модель полётного контроллера Matek АКБ 3500мАч (30шт)</p> <p>Учебный прототип летающего устройства (тип 1) диаметр рамы 9"" количество моторов 4 модель полётного контроллера SpeedyBee АКБ 5000мАч (30шт)</p> <p>Сервер подключения пользователей - ПЭВМ "BVK" AMD Ryzen 9 7900X 12-Core, 64Gb - ROM, rtx3070ti, Samsung SSD 1Tb, Samsung SSD 4Tb (1шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО, для подключения пользователей к ПО Десктоп-СИТ-НЕБО.</p>
Полигон БАС	Практические занятия	<p>Полигон БАС состоит из двух контуров пилотирования: внешний и внутренний. Внешний контур с габаритами 14x17x8 м оснащен системой исследования движений для обеспечения полетов беспилотных летательных аппаратов внутри помещений (1 шт). Система состоит из оптических камер захвата движения с объективами и светодиодами Nokov Mars 4H (34 шт), жесткого комплекта для калибровки камер Nokov 500.93 (1 шт), источников бесперебойного питания Innova G2 (2 шт), сетевых коммутаторов D-Link DGS (3 шт) и телекоммуникационного шкафа 19"" (1 шт). Система работает под управлением рабочей станции SRV Legion SL1500 (1 шт). Система исследования движений предназначена для решения инженерных и научных задач в области БАС, позволяет исследовать динамику движения БВС с точностью до 0,1 мм. Для выполнения высоковычислительных работ в области БАС в полигоне используется рабочая станция UNO PC WS400G6 (1 шт)</p> <p>Так же имеется внутренний контур полигона с габаритами 12x10x3 м, защищенный сеткой и предназначен для обучения пилотированию БВС мультироторного типа, а также тестирования полета новых инженерных решений в области БАС. Для обучения пилотированию используются комплекты БВС: Геоскан Пионер мини (10 шт), Геоскан Пионер базовый (10 шт), мультикоптер DJI S800 EVO (1 шт), DJI Matrice 600 PRO (1 шт), миниквадрокоптер 4DRC (10 шт), квадрокоптер Suma X26 (10 шт), учебные прототипы летающих устройство различных размеров: тип 1 (30 шт), тип 2 (30 шт), тип 3 (30 шт). Полигон оснащается дополнительными системами позиционирования с помощью</p>

		<p>системы Геоскан ""Локус"" (1 шт). Система позволяет позиционировать БВС Геоскан Пионер в помещении с помощью ультразвуковых датчиков и предназначена для обучения программному управлению БВС. В качестве расширения базового функционала БВС Геоскан Пионер используются программный модуль Геоскан Пионер ESP32 с CV камерой (5 шт).</p> <p>Полигон позволяет разместить пространство для пилотирования Геоскан Пионер габаритами 3х3х3 м (1 шт) для проведения соревнований и освоения базовых навыков пилотирования БВС, а также модульную трассу с препятствиями, брендированную лого ТГУ (1 шт).</p>
--	--	---

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)**

### **Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация проводится по результатам освоения учебного плана в формате выполнения практических заданий по наиболее важным, с точки зрения практических навыков, темам. Формы и процедуры промежуточной аттестации по каждой теме доводятся до сведения обучающихся перед началом учебного процесса. Для допуска к итоговой аттестации (квалификационному экзамену) слушателю необходимо получить зачеты по модулям программы. Каждому слушателю для допуска к итоговой аттестации необходимо выполнить 5 практических заданий и суммарно набрать не менее 5 баллов.

### **Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация результатов подготовки обучающихся осуществляется экзаменационной комиссией в форме квалификационного экзамена. Квалификационный экзамен проводится для определения соответствия полученных знаний, умений и навыков программе профессионального обучения по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)». Квалификационный экзамен включает в себя практическую квалификационную работу в виде осуществления контрольного полёта, выполняемого согласно полетному заданию в условиях Полигона и проверку теоретических знаний в виде тестовых заданий в пределах квалификационных требований.

Лицам, успешно сдавшим квалификационный экзамен, по результатам освоения программы профессионального обучения выдается свидетельство по профессии «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее».

### **Примеры вопросов теоретической части квалификационного экзамена (теста)**

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Вопросы	Основные показатели оценки результата
ПК 1.1. Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее (В/01.3)	<p>Какие компоненты обязательно должны быть в каждом БВС мультироторного типа? Укажите несколько вариантов ответа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-моторы</li> <li>-регуляторы скорости</li> <li>-видеосистема</li> <li>-полетный контроллер</li> </ul>	Знание летно-технических характеристик беспилотной авиационной системы и влияния на них эксплуатационных факторов

	-пропеллеры -радиоаппаратура -телеметрические модули -рама -аккумулятор	
	Соотнесите значение для определения особенностей правового режима и максимальную взлетную массу квадрокоптера или иного беспилотного воздушного судна а) до 149 г б) от 150 г до 30 кг в) от 30 кг и более не подлежат государственной регистрации ли учету подлежат государственному учету подлежат государственной регистрации с занесением в специальный реестр воздушных судов	Знание правил и порядка, установленных воздушным законодательством Российской Федерации, получения разрешения на использование воздушного пространства, в том числе при выполнении полетов над населенными пунктами, при выполнении авиационных работ
	Какие погодные условия оказывают влияние на успешный полет БВС?	Умение анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку

Критерии оценки теоретической части экзамена:

– Полнота ответов на вопросы по тестовой части (1 балл);

– Полнота ответа на вопросы, требующие открытые ответы (2 балла).

Теоретическая часть квалификационного экзамена (тестирование) предполагает ответы на 16 тестовых заданий с вопросами закрытого типа (выбор одного или нескольких вариантов ответа) и 4 вопроса открытого типа (краткий ответ на вопрос, 1-2 предложения). Успешным считается результат 70% и более правильных ответов (т.е. минимум 14 правильных ответов). Таким образом, максимально возможное количество баллов за прохождение тестирования составляет 24 балла, минимально допустимое – 14 баллов.

На прохождение теста даётся две попытки. В случае, если слушатель не справился с прохождением тестирования, допускается передача теста в резервный день аттестации.

В случае неудовлетворительного результата при прохождении двух попыток тестирования слушатель не допускается к выполнению практической части экзамена.

Примеры заданий практической части квалификационного экзамена

#### Примеры заданий практической части квалификационного экзамена

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Задания	Основные показатели оценки результата
ПК 1.2. Управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее (В/02.3)	В условиях Полигона выполнить полёт на предоставленном оборудовании при этом: Составить полетное задание на предоставляемом участке Загрузить полетное задание полетных контроллер Принять решение на полет и осуществить запуск двигателей Осуществить полет по заданию, при этом, экстренно вмешиваясь,	Принятие решения на взлет беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее. Запуск беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее. Управление полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой

	<p>в случае возникновения аварийно-опасной ситуации Осуществить посадку на предоставленном участке Произвести остановку двигателей и доложить о проведении полета</p>	<p>30 килограммов и менее и (или) контроль параметров полета. Выполнение полета беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее в соответствии с полетным заданием</p>
--	---	---

Практическая часть квалификационного экзамена предполагает проведение предполетной подготовки БВС коптерного типа и осуществление полета на территории Полигона. В процессе выполнения задания слушатель должен указать место взлета и посадки аппарата, провести предполетную проверку БВС, загрузить полетное задание и принять решение о проведении полета. В течение полета слушатель непрерывно осуществляет мониторинг за параметрами БВС и вмешивается в полет при необходимости. Распределение баллов осуществляется следующим образом:

- проведение процедуры подготовки аппарата к полету (2 балла);
- выбор взлётно-посадочной площадки (2 балла);
- подготовка полетного задания на указанной территории и с указанными ограничениями (3 балла);
- загрузка полетного задания в БВС (2 балла);
- успешное осуществление взлета и посадки аппарата (3 балла);
- успешное проведение полета по заданному маршруту (4 балла).

Таким образом, максимально возможное количество баллов за прохождение практической части квалификационного экзамена составляет 16 баллов.

Система оценивания практической части квалификационного экзамена:

0–8 баллов – оценка «не зачтено»;

9–16 баллов – оценка «зачтено».

Итоговое количество баллов, набранное за выполнение практической части, идет в суммарный зачет для выставления итоговой оценки за квалификационный экзамен.

На выполнение практической части квалификационного экзамена дается две попытки. Выполнение практической части происходит синхронно. В случае, если слушатель не справился с выполнением практической части квалификационного экзамена, допускается его пересдача в резервный день аттестации.

**Максимальное количество баллов за теоретическую и практическую части итогового квалификационного экзамена–40 баллов.**

#### **Итоговая оценка**

По результатам квалификационного экзамена выставляется оценка по пятибалльной шкале и присваивается квалификация. На основании баллов, полученных за теоретическую часть квалификационного экзамена и ее защиту, практическую часть квалификационного экзамена слушателю выставляется итоговая оценка по следующим критериям:

«**Отлично**» – выставляется, если количество баллов за теоретическую и практическую часть составляет 35-40 баллов.

«**Хорошо**» – выставляется, если количество баллов за теоретическую и практическую часть составляет 29-34 баллов.

«**Удовлетворительно**» – выставляется, если количество баллов за теоретическую и практическую часть составляет 23-28 баллов.

«**Неудовлетворительно**» – выставляется, если количество баллов составляет менее 22 баллов (**программа не освоена слушателем**).

# ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### Введение в технологии и эксплуатацию БАС

Рабочая программа Введение в технологии и эксплуатацию БАС является частью основной программы профессионального обучения «Специалист по эксплуатации БАС» по профессии рабочего «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)» и определяет результаты, содержание и условия обучения, обеспечивающие освоение вида деятельности (ВД): Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

Результатом освоения программы теоретической подготовки является овладение обучающимися видом деятельности: Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, в том числе профессиональными (ПК) компетенциями, в соответствии с профессиональным стандартом 17.071 «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее», с присвоением рабочей профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 кг и менее)».

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1. Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее (В/01.3)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- правила и порядок, установленные воздушным законодательством Российской Федерации, получения разрешения на использование воздушного пространства, в том числе при выполнении полетов над населенными пунктами, при выполнении авиационных работ;</li><li>- нормативные правовые акты об установлении запретных зон и зон ограничения полетов; порядок получения информации о запретных зонах и зонах ограничения полетов;</li><li>- нормативные правовые акты, регламентирующие организацию и выполнение полетов беспилотным воздушным судном;</li><li>- порядок организации и выполнения полетов беспилотным воздушным судном в сегрегированном воздушном пространстве;</li><li>- основы воздушной навигации, аэродинамики и метеорологии в объеме, необходимом для подготовки и выполнения полета беспилотным воздушным судном максимальной взлетной массой до 30 кг в ожидаемых условиях эксплуатации;</li><li>- летно-технические характеристики беспилотной авиационной системы и влияние на них эксплуатационных факторов;</li><li>- порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета;</li><li>- правила подготовки плана полетов и порядок его подачи органу Единой системы организации воздушного движения;</li><li>- порядок подготовки программы полета и загрузки ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна;</li><li>- порядок проведения предполетной подготовки беспилотной авиационной системы и ее элементов.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;</li><li>- использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна;</li> <li>- составлять полетное задание и план полета;</li> <li>- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотных авиационных систем.</li> </ul>
--	---

## СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий, с указанием формата работы (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
<b>Раздел 1. Введение в эксплуатацию БАС (16 ч)</b>			
Тема 1.1 Разновидности БАС и сферы применения (4 ч)		Введение в программу. Обзор видов БВС, рассмотрение преимуществ и недостатков каждой (2 ч)	Изучение литературы по теме; Просмотр видеолекций (2 ч)
Тема 1.2 Состав БАС (12 ч)		Разбор комплектующих БАС (4 ч); Выполнение практического задания №1 «Подбор комплектующих для БВС» (2 ч)	Изучение литературы по теме; Просмотр видеолекций (6 ч)
<b>Раздел 2. Законодательство в сфере эксплуатации БАС (12 ч)</b>			
Тема 2.1 Постановка на учет БВС (6 ч)		Обсуждение процедуры постановки БВС на учет (2 ч)	Изучение литературы по теме; Просмотр видео-лекций (4 ч.)
Тема 2.2 Разрешение на полет (6 ч)		Обсуждение процедуры оформления разрешения на полет (2 ч)	Изучение литературы по теме; Просмотр видео-лекций (4 ч.)
<b>Раздел 3. Программное управление БВС (42 ч)</b>			
Тема 3.1 Принцип действия БВС мультироторного типа (6 ч.)		Рассмотрение принципа действия БВС мультироторного типа. Базовые принципы управления БВС в ручном режиме (2 ч.)	Изучение литературы по теме; Просмотр видео-лекций (4 ч.)
Тема 3.2. Работа в специализированном ПО для настройки БВС (10 ч)		Обзор работы с ПО. Рассмотрение вопросов калибровки и настройки с помощью специализированного ПО (4 ч.)	Изучение литературы по теме; Просмотр видео-лекций (6 ч.)
Тема 3.3. Программное управление БВС (14 ч)		1. Изучение принципов построения полетных заданий для БВС и принципов программного управления (4 ч.) 2. Выполнение практического задания №2 «Построение полетных заданий» (4 ч.)	Изучение литературы по теме; Просмотр видео-лекций (8 ч.)
Тема 3.4. Управление БВС при различных метеоусловиях (12 ч)		1. Рассмотрение частных случаев по редактированию полетных заданий в связи с неблагоприятными погодными условиями (2 ч.) 2. Выполнение практического задания №3 «Модификация полетных заданий в зависимости от погодных условий» (4 ч.)	Изучение литературы по теме (6 ч.)

## **УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ (организационно-педагогические)**

### **Материально-технические условия реализации программы:**

Обучение по программе реализовано в очном формате, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде. Материал для самостоятельного изучения представляется в виде комплекса мини-видео-лекций, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в LMS Moodle. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение программы:**

#### **Методические рекомендации и пособия по изучению курса**

Программа реализуется в формате очного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде LMS Moodle. Обучение в очной части реализуется в виде практических занятий.

По данной программе имеется электронный учебно-методический комплекс в LMS Moodle. УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видео-лекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными установкам, инструкции по работе с цифровыми сервисами, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи, а также онлайн-площадки для взаимного обучения.

#### **Литература**

1. Анализ эксплуатации мультикоптеров с позиции надежности и безопасности / А. П. Адамов, А.А. Адамова, Н.В. Герасимов // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 86-93. DOI 10.21685/2307-4205-2017-3-13.
2. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
3. Дрон своими руками [Электронный ресурс] // [dronomania.ru](https://dronomania.ru) //: Дрономания: Онлайн журнал о дронах, URL: <https://dronomania.ru/tip/handmade> (дата обращения: 01.11.2022)
4. Богатюк В.А., Кунгурцева Л.Н., Оператор ЭВМ. – ОИЦ «Академия», 2015
5. Киселев С.В. и др., Аппаратные средства персонального компьютера. – ОИЦ «Академия», 2014
6. Киселев С.В., Оператор ЭВМ. – ОИЦ «Академия», 2014
7. Сидоров В.Д., Струмпа Н.В., Аппаратное обеспечение ЭВМ. – ОИЦ «Академия», 2013
8. Струмпа Н.В., Сидоров В.Д., Аппаратное обеспечение ЭВМ. Практикум. – ОИЦ «Академия», 2013
9. Основы авиации. Часть I. Основы аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов : учебное пособие / В.В Ефимов – М.: МГТУ ГА, 2003. – 64 с.
10. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
11. Твой первый квадрокоптер: теория и практика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 256 с.: ил. – (Электроника)

### **КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)**

Для получения зачета по данному модулю слушатель должен выполнить все практические задания (практические задания 1-5) и суммарно набрать не менее 5 баллов.

Практические задания оцениваются по следующей шкале:

- 0 баллов – задание не принято: задание не выполнено или выполнено не полностью;
- 1 балл – задание принято: присутствуют небольшие недочеты, не критичные для данной работы;
- 2 балла – задание принято: работа выполнена полностью в соответствии с заданием.

#### **Перечень практических работ:**

##### **1. Практическое задание №1. «Подбор комплектующих БВС»**

Решение кейса по подбору оборудования для сборки рабочего образца аппарата мультироторного типа.

##### **2. Практическое задание №2. «Построение полетных заданий»**

Работа по созданию автоматических полетных заданий, предназначенных для выполнения мультикоптеров. Полетное задание создается с помощью специализированного открытого ПО. Учитываются характерные особенности территории, по которой осуществляется полет и задаются необходимые параметры: высота полета, скорость, вид облета территории и т.д.

##### **3. Практическое задание №3. «Модификация полетных заданий в зависимости от погодных условий»**

В случае неблагоприятных погодных условий приходится принимать решения по модификации полетного задания или переносу выполнения полета на другое время. В данных случаях приходится учитывать скорость ветра (порывы ветра), количество осадков, температуру окружающей среды и т.д. В задании указываются погодные условия в качестве исходных данных и оператору необходимо откорректировать полетное задание в соответствии с этими данными или принять решение о невозможности полета в связи с угрозой повреждения БПЛА.

# ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА Практические навыки пилотирования БАС

Рабочая программа профессионального модуля является частью основной программы профессионального обучения по квалификации (профессии) Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее) и определяет результаты, содержание и условия обучения, обеспечивающие освоение вида деятельности (ВД): Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь: У1 – осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

У2 – осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного воздушного судна;

У3 – распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;

У4 – определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;

У5 – принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном;

У6 – выполнять послеполетные работы.

### СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

Практические навыки пилотирования БАС состоят в отработке навыков управления беспилотным воздушным судном в условиях, приближенных к реальности.

Первая часть практического обучения выполняется на базе Учебного центра пилотирования БАС с использованием 3D-симулятора. Для отработки навыков пилотирования в виде самостоятельной работы, необходимо обязательное наличие пульта управления с возможностью подключения к ПК.

Вторая часть обучения проводится с использованием территории Полигона, где слушатели обучаются эксплуатации БАС в ручном режиме, а также отрабатывают выполнение полётного задания на предоставленном им оборудовании.

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий, с указанием формата работы (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
<b>Раздел 1. Полеты на 3D-симуляторе (36 ч.)</b>			
Тема 1.1. Ознакомление с 3D-симулятором (4 ч)		Знакомство с 3D-симулятором СИТ-НЕБО. Разбор основных функциональных особенностей симулятора. Ознакомление с возможностями управления БВС в симуляторе (2 ч)	Изучение литературы по теме; Установка ПО на рабочий компьютер; Просмотр видео-лекций (2 ч.)

Тема 1.2. Базовые маневры пилотирования (12 ч)		Обучение пилотированию БВС в ручном режиме с помощью пульта управления (6 ч)	Отработка базовых маневров пилотирования в 3D-симуляторе (6ч.)
Тема 1.3. Тренировка пилотирования БВС коптерного типа (26ч)		Обучение принципам управления БВС коптерного типа в полностью ручном режиме (2 ч). Выполнение практического задания №4 «Полет в ручном режиме в 3D-симуляторе» (8 ч.)	Отработка полетов БВС коптерного типа в симуляторе. Прохождение заранее подготовленных трасс, в том числе на время (16 ч.)
<b>Раздел 2. Управление БВС в Полигоне (34 ч.)</b>			
Тема 2.1 Ознакомление с Полигоном пилотирования БВС(4 ч)		Ознакомление с принципами работы с использованием Полигона. Изучение состава БВС, на котором будут осуществляться полеты (2 ч)	Изучение литературы по теме; Просмотр видео-лекций (2 ч.)
Тема 2.2. Предполетная подготовка БВС коптерного типа (12 ч)		Проведение процедуры предполетной подготовки в условиях Полигона. Удаленное подключение к БВС (4 ч)	Изучение литературы по теме; Просмотр видео-лекций (8 ч.)
Тема 2.3. Полет по автоматическим полетным заданиям в Полигоне (14 ч)		Составление полетных заданий в условиях Полигона. Рассмотрение процедуры загрузки полетного задания в БВС. Реализация базовых автоматических режимов полета БВС. Полет БВС по полетным заданиям. Рассмотрение возможности изменения маршрута БВС во время полета (6 ч) Выполнение практического задания №5 «Полетное задание в Полигоне»(2 ч)	Изучение литературы по теме; Просмотр видео-лекций (6 ч.)

## **УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (организационно-педагогические)**

### **Материально-технические условия реализации программы:**

Обучение по программе реализовано в онлайн-формате в специально оборудованных помещениях: Учебный центр пилотирования БАС, Полигон. Для успешного прохождения программы требуется **обязательное** наличие пульта управления.

Рабочее место слушателя	<p>ПК со следующими минимальными характеристиками:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Операционная система Windows 7 и новее;</li> <li>2. Процессор: Intel Core 2 Duo 2 ГГц и новее или AMD 2 ГГц и новее</li> <li>3. Оперативная память: 2 Гб</li> <li>4. Видеокарта: GeForce GTX 960M / Radeon HD 7750 и новее, 1Гб</li> <li>5. DirectX: Версии 9.0</li> </ol> <p>Место на диске: 1 GB</p> <p><b>Обязательно:</b> наличие пульта управления с поддержкой соединения с ПК. Список рекомендуемых пультов управления прилагается ниже.</p>
Учебный центр пилотирования БАС	Компьютер обучающего - ПЭВМ "BVK" с Монитором (учебный 27") AMD Ryzen 5 4500 6-Core, 16Gb RAM, 240Gb + 960Gb - ROM, rtx2060 (15 шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.

	<p>Пульт управления БВС (тип 1) с драйверами - FlySky FS I6 (16 шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>Пульт управления БВС (тип 2) с драйверами - Jumper T-LITE V2 ELRS (16 шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО СИТ-НЕБО VR.</p> <p>Пульт управления БВС (тип 3) с драйверами - Radiomaster TX12 (31шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>FPV-шлем (тип 1) - Skyzone Cobra X V2 (16шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>Учебная видеопанель - TCL 75P745 (1 шт) для демонстрации преподавателем при обучении управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО.</p> <p>Стенд с комплектом ЗИП с драйверами - СИТ-Стенд (1шт) демонстрация управлением дрона</p> <p>Беспилотное воздушное судно (БВС) - Pixhawk PX4 (1шт) демонстрация управлением дрона</p> <p>Учебный прототип летающего устройства (тип 1) диаметр рамы 5"" количество моторов 4 модель полётного контроллера Pixhawk АКБ 1100мАч (30шт)</p> <p>Учебный прототип летающего устройства (тип 2) диаметр рамы 7"" количество моторов 4 модель полётного контроллера Matek АКБ 3500мАч (30шт)</p> <p>Учебный прототип летающего устройства (тип 1) диаметр рамы 9"" количество моторов 4 модель полётного контроллера SpeedyBee АКБ 5000мАч (30шт)</p> <p>Сервер подключения пользователей - ПЭВМ "BVK" AMD Ryzen 9 7900X 12-Core, 64Gb - ROM, rtx3070ti, Samsung SSD 1Tb, Samsung SSD 4Tb (1шт) для обучения управлению БАС в полетном симуляторе ПО Десктоп СИТ-НЕБО, для подключения пользователей к ПО Десктоп-СИТ-НЕБО.</p>
Полигон БАС	<p>Полигон БАС состоит из двух контуров пилотирования: внешний и внутренний.</p> <p>Внешний контур с габаритами 14x17x8 м оснащен системой исследования движений для обеспечения полетов беспилотных летательных аппаратов внутри помещений (1 шт). Система состоит из оптических камер захвата движения с объективами и светодиодами Nokov Mars 4H (34 шт), жесткого комплекта для калибровки камер Nokov 500.93 (1 шт), источников бесперебойного питания Innova G2 (2 шт), сетевых коммутаторов D-Link DGS (3 шт) и телекоммуникационного шкафа 19"" (1 шт). Система работает под управлением рабочей станции SRV Legion SL1500 (1 шт). Система исследования движений предназначена для решения инженерных и научных задач в области БАС, позволяет исследовать динамику движения БВС с точностью до 0,1 мм. Для выполнения высоковычислительных работ в области БАС в полигоне используется рабочая станция UNO PC WS400G6 (1 шт)</p> <p>Так же имеется внутренний контур полигона с габаритами 12x10x3 м, защищенный сеткой и предназначен для обучения пилотированию БВС мультироторного типа, а также тестирования полета новых инженерных решений в области БАС. Для обучения пилотированию используются комплекты БВС: Геоскан Пионер мини (10 шт), Геоскан Пионер базовый (10 шт), мультикоптер DJI S800 EVO (1 шт), DJI Matrice 600 PRO (1 шт),</p>

	<p>миниквадрокоптер 4DRC (10 шт), квадрокоптер Sума X26 (10 шт), учебные прототипы летающих устройств различных размеров: тип 1 (30 шт), тип 2 (30 шт), тип 3 (30 шт).</p> <p>Полигон оснащается дополнительными системами позиционирования с помощью системы Геоскан ""Локус"" (1 шт). Система позволяет позиционировать БВС Геоскан Пионер в помещении с помощью ультразвуковых датчиков и предназначена для обучения программному управлению БВС. В качестве расширения базового функционала БВС Геоскан Пионер используются программный модуль Геоскан Пионер ESP32 с CV камерой (5 шт).</p> <p>Полигон позволяет разместить пространство для пилотирования Геоскан Пионер габаритами 3х3х3 м (1 шт) для проведения соревнований и освоения базовых навыков пилотирования БВС, а также модульную трассу с препятствиями, брендированную лого ТГУ (1 шт).</p>
--	--

### Список рекомендуемых пультов управления БВС:

<p>Jumper T-Lite V2</p>	
<p>Flysky RC FS I6B + FlyskyFS-SM100 (набор кабелей)</p>	

Radiomaster Zorro Radio Controller



RadioMaster TX12 Mark



RadioMaster TX16S



BetaFPV Lite Radio 2



**Учебно-методическое и информационное обеспечение программы:  
Методические рекомендации и пособия по изучению курса**

Программа реализуется в формате очного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде LMS Moodle. Обучение в очной части реализуется в виде практических занятий.

По данной программе имеется электронный учебно-методический комплекс в LMS Moodle. УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видеолекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными установкам, инструкции по работе с цифровыми сервисами, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи, а также онлайн-площадки для взаимного обучения.

**Литература**

1. Анализ эксплуатации мультикоптеров с позиции надежности и безопасности/ А. П. Адамов, А.А. Адамова, Н.В. Герасимов // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 86-93. DOI 10.21685/2307-4205-2017-3-13.
2. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
3. Дрон своими руками [Электронный ресурс] // [dronomania.ru](https://dronomania.ru) //: Дрономания: Онлайн журнал о дронах, URL: <https://dronomania.ru/tip/handmade> (дата обращения: 01.11.2022)
4. Богатюк В.А., Кунгурцева Л.Н., Оператор ЭВМ. – ОИЦ «Академия», 2015
5. Киселев С.В. и др., Аппаратные средства персонального компьютера. – ОИЦ «Академия», 2014
6. Киселев С.В., Оператор ЭВМ. – ОИЦ «Академия», 2014
7. Сидоров В.Д., Струмпа Н.В., Аппаратное обеспечение ЭВМ. – ОИЦ «Академия», 2013
8. Струмпа Н.В., Сидоров В.Д., Аппаратное обеспечение ЭВМ. Практикум. – ОИЦ «Академия», 2013
9. Основы авиации. Часть I. Основы аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов: учебное пособие / В.В. Ефимов – М.: МГТУ ГА, 2003. – 64 с.
10. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
11. Твой первый квадрокоптер: теория и практика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 256 с.: ил. – (Электроника)

## **КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)**

Оценка качества профессионального модуля осуществляется в процессе прохождения всех тем профессиональный модуля с помощью практических заданий, направленных на оценку практических навыков в пределах квалификационных требований. Задания оцениваются по шкале 0–1–2 балла, где 0 – «не зачтено», 1 – «доработать», 2 – «зачтено». Для получения зачета по модулю слушателям необходимо набрать не менее 2 баллов за выполнение практических заданий по учебной дисциплине профессиональной подготовки.

<b>Задание</b>	<b>Балл</b>
Задание 4. Полет в ручном режиме в 3D-симуляторе	2
Задание 5. Полетное задание в Полигоне	2

### **Примеры заданий программы**

**Практическое задание №4.** «Полет в ручном режиме в 3D-симуляторе». Полет по заранее построенной трассе на БВС мультироторного типа за определенное время в 3D-симуляторе.

#### **Инструкция:**

Шаг 1. Запустить симулятор на своем рабочем месте;

Шаг 2. Подключить пульт управления к ПК и, при необходимости, откалибровать его в симуляторе;

Шаг 3. Запустить трассу, указанную по варианту задания;

Шаг 4. Пролететь указанную трассу, избегая столкновений с препятствиями и падений.

Шаг 5. Подготовиться осуществлять полет за время. Для этого необходимо запустить запись экрана.

Шаг 6. Осуществить контрольный полет. Записать скринкаст полета и прислать преподавателю на проверку

**Практическое задание №5.** «Полетное задание в Полигоне». Дистанционная работа с БВС при выполнении автоматического полетного задания.

#### **Инструкция:**

Шаг 1. Повторно ознакомиться с материалами предыдущих лекций и семинаров по составу БАС;

Шаг 2. Создать полетное задание с помощью специализированного ПО в условиях полетного Полигона;

Шаг 3. Осуществить подключение к наземной станции управления в Полигоне;

Шаг 4. Осуществить процедуру загрузки полетного задания на борт БВС и убедиться в исправности загрузки.

Шаг 5. Запустить выполнение полетного задания по команде

Шаг 6. В процессе выполнения полета осуществлять мониторинг и вмешиваться в случае риска аварийной ситуации

Шаг 6. Осуществить посадку БВС в установленном месте и доклад о завершении полета.