

Комитет образования и науки Курской области  
Областное бюджетное учреждение дополнительного образования  
«Областной центр развития творчества детей и юношества»

ПРИНЯТА  
на заседании  
педагогического совета  
Протокол № 8  
от «30» 03 2021 г.

УТВЕРЖДЕНА

Приказ № 43

«27» апреля 2021 г.

Директор ОБУДО

«ОЦРТДиЮ»

 М.В. Егорова



**Дополнительная общеразвивающая программа  
технической направленности  
«АЭРОКВАНТУМ. Вводный модуль»**

**Возраст обучающихся: 10-16 лет**

**Срок реализации: 72 часа**

Автор-составитель:  
Николаев Сергей Юрьевич,  
педагог дополнительного образования

г. Железногорск, 2021г.

## **1. Пояснительная записка**

В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью, к 2015 году рынок БПЛА уже оценивался в 127 млрд долларов США<sup>1</sup> и продолжает активно развиваться. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка.

### **Актуальность программы**

Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

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.

### **Отличительные особенности программы**

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления);
- направленность на развитие системного мышления;
- рефлексия.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

---

<sup>1</sup> По информации PowerwaterhouseCoopers

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

#### **Нормативная правовая база**

– Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;

– Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 24.07.1998 г. № 124-ФЗ;

– Национальный проект «Образование»: утвержден протоколом № 10 от 03.09.2018 г. президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и проектам;

– Государственная программа «Развитие образования»: утверждена постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 г. № 1642;

– «Концепция развития дополнительного образования детей»: утверждена распоряжением Правительства РФ от 24.04.2015 г. № 729-р;

– Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеразвивающим программам: утвержден приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 30.09.2020 г. № 196;

– Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»: утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты от 05.05.2018 г. № 298н;

– Об образовании в Курской области: закон Курской области от 09.12.2013 г. № 121-ЗКО;

– Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ: письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 г. № 09-3242);

– Положение о дополнительных общеразвивающих программах ОБУДО «Областной центр развития творчества детей и юношества».

– Устав ОБУДО «Областной центр развития творчества детей и юношества», утвержден приказом комитета образования и науки Курской области от 01.12.2015 № 1-1212.

Постановлением Правительства РФ «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» от 28.09.2020 г. № 28»;

Постановлением Правительства РФ «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» от 28.01.2021 г. № 2»;

– Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ: письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 г. № 09-3242);

– Положение о дополнительных общеразвивающих программах ОБУДО «Областной центр развития творчества детей и юношества».

– Устав ОБУДО «Областной центр развития творчества детей и юношества», утвержден приказом комитета образования и науки Курской области от 01.12.2015 № 1-1212.

### **Направленность программы**

Настоящая общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет **технической направленность**. Предполагает дополнительное образование детей в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС).

**Адресат программы:** обучающиеся 10 – 16 лет

**Форма:** групповая

**Срок реализации и объем программы:** 72 часа

**Срок освоения:** 3 месяца

**Форма обучения:** очная (с возможностью перехода на дистанционное обучение).

### **Формы проведения занятий**

Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

Реализация программы предусматривает проведение занятий с использованием дистанционных образовательных технологий и электронного обучения. При этом изучение материала учебного плана осуществляется с использованием Интернет-ресурсов, платформы Discord, сервиса Google disk, сервиса Trello, Viber, WhatsApp и других сервисов.

### **Методы обучения**

При проведении занятий используются следующие методы обучения:

а) наглядные

• показ видеоматериалов, приемов работы

б) словесные

• объяснение

в) практические;

• проектная деятельность;

- data-скаутинг.
- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс», когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
- Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат).
- Фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;
- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых обучающиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;
- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
- метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – case, англ.), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

**Педагогические технологии** организации образовательной деятельности:

- технологии проектной деятельности;
- технология изобретательской разминки и логика ТРИЗ;
- информационно-коммуникационные технологии;
- личностно-ориентированные технологии;
- игровые технологии;
- технология проблемного обучения.

### **Режим занятий**

Занятия проводятся 3 раза в неделю по 2 часа

45 минут – рабочая часть;

10 минут – перерыв (отдых);

45 минут – рабочая часть.

## **2. Цели и задачи освоения программы**

**Цель** программы - формирование у обучающихся soft-skills и hard-skills<sup>2</sup> по следующим направлениям: теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, , лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем). Программа направлена на развитие в ребенке интереса к познавательной, конструкторской и проектной деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

### **Основные задачи программы**

#### *образовательные*

- знакомиться с основами управление квадрокоптером;
- формировать у обучающихся знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развивать у обучающихся технологические навыки конструирования;

#### *развивающие*

- поддерживать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- развивать способность к самореализации и целеустремлённости;
- формировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развивать навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- расширять ассоциативные возможности мышления;

#### *воспитательные*

- формировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитывать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- формировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности;
- содействовать формированию активной гражданской позиции;
- воспитывать сознательного отношения к труду, к природе, к своему городу

---

<sup>2</sup> «soft-skills» – теоретические знания и когнитивных приемы, «hard-skills» – умения «работать

- формировать практических умений по организации органов самоуправления этике и психологии общения, технологии социального и творческого проектирования;
- обучать умениям и навыкам организаторской деятельности, самоорганизации, формированию ответственности за себя и других;
- развивать творческий, культурный, коммуникативный потенциал ребят в процессе участия в совместной общественно – полезной деятельности;

### 3. Содержание программы

#### 3.1. Учебный план

№ п/ п	Наименование Раздела, тема	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	<b>Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b>	14	6	8	
1.1	Тема 1. Вводное занятие о содержании курса. Основы техники безопасности.	2	2	0	Беседа/ входной
1.2	Тема 2. Принципы управления и строение мультикоптеров.	2	1	1	Беседа/ текущий
1.3	Тема 4. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.	2	2	0	Беседа/ текущий
1.4	Тема 5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	2	0	2	Наблюдение/ текущий.

1.5	Тема 6. Технология пайки. Техника безопасности. Обучение пайке.	2	1	1	Наблюдение/ текущий
1.6	Тема 7. Полёты на симуляторе.	4	0	4	Наблюдение/ текущий
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	Наблюдение/ текущий
2.1	Тема 1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2	1	1	Наблюдение/ текущий
2.2	Тема 2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2	1	1	Наблюдение/ текущий
2.3	Тема 3. Сборка рамы квадрокоптера.	4	0	4	Наблюдение/ текущий
2.4	Тема 4. Пайка ESC, BEC и силовой части.	4	2	2	Наблюдение/ текущий
2.5	Тема 5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	2	0	2	Наблюдение/ текущий
2.6	Тема 6. Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1		Беседа/ текущий



2.7	Тема 7. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	4	0	4	Наблюдение/ текущий
2.8	Тема 8. «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	1	0	1	Наблюдение/ текущий
2.9	Тема 9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	2	0	2	Наблюдение/ текущий
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Настройка, установка FPV – оборудования.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	Наблюдение/ текущий
3.1	Тема 1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	2	2	0	Наблюдение/ текущий
3.2	Тема 2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	2	0	2	Наблюдение/ текущий
3.3	Тема 3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	2	0	2	Наблюдение/ текущий
<b>4</b>	<b>Раздел 4. Основы программирования микроконтроллеров.</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	Наблюдение/ текущий
4.1	Тема 1. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	6	4	2	Наблюдение/ текущий

4.2	Тема 2. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	6	4	2	
<b>5</b>	<b>Раздел 5. Работа в группах над инженерным проектом.</b>	<b>18</b>	4	14	Беседа/ текущий
5.1	Тема 1. Принципы создания инженерной проектной работы.	4	1	3	Беседа/ текущий
5.2	Тема 2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	4	1	3	Наблюдение/ текущий
5.3	Тема 3. Работа в группах над организацией проекта «Гонка дронов».	6	2	6	Наблюдение/ текущий .
5.4	Тема 4. Подготовка презентации собственной проектной работы. <u>Итоговый контроль</u>	2	1	1	Защита проекта Промежуточный
5.6	Тема 5. Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	2	0	1	Защита кейсов, проектов/ Промежуточный
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>25</b>	<b>47</b>	

### **3.2. Содержание учебного плана**

#### **Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.**

##### **Темы:**

1. Вводное занятие о содержании курса. Основы техники безопасности.
2. Принципы управления и строение мультикоптеров.
3. Техника безопасности полётов
4. Основы электричества. литий- полимерные аккумуляторы.
5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка /хранение)
6. Технология пайки. техника безопасности.
7. Обучение пайке.
8. Полёты на симуляторе.

##### **Содержание темы:**

Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами. Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство. Техника безопасности при работе с мультироторными системами. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием. Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем. Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.

#### **Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. учебные полёты.**

##### **Темы:**

1. управление полётом мультикоптера. принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.
2. бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. платы разводки питания.
3. сборка рамы квадрокоптера.
4. пайка esc, bec и силовой части.
5. основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. настройка аппаратуры управления.
6. настройки полётного контроллера.
7. инструктаж по технике безопасности полетов.
8. первые учебные полёты:  
«взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад»,  
«влево-вправо». разбор аварийных ситуаций.

9. выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка». Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера. Безколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов. платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания. инструктаж перед первыми учебными полётами. проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». разбор аварийных ситуаций.

### **Раздел 3. Настройка, установка frv – оборудования.**

#### **Темы:**

1. Основы видеотрансляции, применяемое оборудование, его настройка.
2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.
3. Пилотирование с использованием frv- оборудования.

#### **Содержание темы:**

Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. установка, подключение и настройка видеооборудования на мультиторные системы. пилотирование с использованием frv- оборудования.

### **Раздел 4. Программирование мультиторных систем.**

#### **Темы:**

1. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров
2. Практикум «введение в программирование микроконтроллеров»

Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров: устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков. Практикум «введение в программирование микроконтроллеров»: основы программирования, написание простых программ. установка микроконтроллеров на мультиторные системы.

### **Раздел 5. Работа в группах над инженерным проектом.**

#### **Темы:**

1. Принципы создания инженерной проектной работы.
2. Основы 3d-печати и 3d-моделирования.
3. Работа в группах над организацией проекта «Гонка дронов».
4. Подготовка презентации собственной проектной работы.

#### **Содержание темы:**

Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. Основы 3d-печати и 3d-

моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Гонка дронов». подготовка и проведение презентации по проекту.

#### 4. Планируемые результаты

##### Softskills:

По завершении обучения по программе каждый обучающийся сможет продемонстрировать навыки и умения:

- работы в команде;
- работы с собеседником;
- самостоятельной организации учебной деятельности.

##### Hardskills:

##### Знать:

- основные компоненты учебного набора Клевер 3;
- основные принципы работы квадрокоптера;
- виды беспилотных летательных аппаратов;
- основы пилотирования квадрокоптера;
- познакомятся со схемами изготовления квадрокоптера.

##### Уметь:

- принимать или намечать учебную задачу, ее конечную цель;
- прогнозировать результаты работы;
- планировать ход выполнения задания;
- высказываться устно в виде сообщения или доклада.

##### Владеть:

- навыками ставить учебную задачу и ее конечную цель;
- навыками прогнозирования результатов работы;
- навыками планирования хода выполнения задания
- навыкам устно выражать свои мысли.

#### 5. Организационно-педагогические условия реализации дополнительной общеразвивающей программы

<b>Методические материалы</b> (перечень информационных и справочных материалов, учебных пособий, рекомендаций, инструкций, собственных методических разработок, и т.д.)	<b>Дидактические материалы</b> (наглядные пособия, раздаточный материал, образцы готовых изделий, деталей, технологические карты, схемы, чертежи, сборники упражнений, памятки мультимедийные презентации, аудио-,	<b>Материально-техническое обеспечение</b> (оборудование, и используемое на каждом занятии, в т.ч расходные материалы)	<b>Информационно-образовательные ресурсы</b> (программное обеспечение, электронные издания)



	видео-, фото-материалы, используемые на занятиях и т.д.)		
<b>Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b>			
Лекции от «Коптер-экспресс» Документация по сборке <a href="https://clover.coex.tech/ru/index.html">https://clover.coex.tech/ru/index.html</a>	Образцы готовых изделий, технологические карты, чертежи	TeachTouch 3.0 75 дюймов с встроенным компьютером – 1 шт.; Ноутбук HP, 15.6", AMD A10 9620P 2.5ГГц, 8Гб, 1000Гб, AMD Radeon 530 - 2048 Мб, DVD-RW, Win 10 Pro – 15 шт.; МФУ Epson L222 – 1шт.; Мебель – столы, стулья по 15 шт	<a href="http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html">http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html</a> <a href="http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html">http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html</a> <a href="http://habrahabr.ru/post/227425">http://habrahabr.ru/post/227425</a>
<b>Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</b>			
Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: <a href="http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html">http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html</a> (дата обращения 31.10.2016)	Образцы готовых изделий, технологические карты, чертежи	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы) Клевер 3 – 30 шт.; Интерактивный программно-аппаратный комплекс TeachTouch 3.0 75 дюймов с встроенным компьютером – 1 шт.; Ноутбук HP, 15.6", AMD A10 9620P 2.5ГГц, 8Гб, 1000Гб, AMD Radeon 530 - 2048 Мб, DVD-RW, Win 10 Pro – 15 шт.; МФУ Epson L222 – 1шт.;	<a href="http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html">http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html</a> <a href="http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html">http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html</a> <a href="http://habrahabr.ru/post/227425">http://habrahabr.ru/post/227425</a>

		Мебель – столы, стулья по 15 шт	
<b>Раздел 3. Настройка, установка FPV – оборудования.</b>			
Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.	Образцы готовых изделий, технологические карты, чертежи	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик , видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)-20 шт.; Квадрокоптер Blade Inductrix FPV RTF – 10шт.; Интерактивный программно- аппаратный комплекс TeachTouch 3.0 75 дюймов с встроенным компьютером – 1 шт.; Ноутбук HP, 15.6", AMD A10 9620P 2.5ГГц, 8Гб, 1000Гб, AMD Radeon 530 - 2048 Мб, DVD-RW, Win 10 Pro – 15 шт.; МФУ Epson L222 – 1шт.; Мебель – столы, стулья по 15 шт	<a href="https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344">youtu.be/GtwG5ajQJvA? t=1344</a>
<b>Раздел 4. Основы программирования микроконтроллеров.</b>			
Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <a href="http://habrahabr.ru/post/27425/">http://habrahabr.ru/post/27425/</a> (дата обращения 31.10.2016).	Образцы готовых изделий, технологические карты, чертежи	микроконтролле р Arduino-uno – 30шт.; TeachTouch 3.0 75 дюймов с встроенным компьютером – 1 шт.; Ноутбук HP, 15.6", AMD A10 9620P 2.5ГГц, 8Гб, 1000Гб, AMD Radeon 530 - 2048 Мб, DVD-RW, Win 10 Pro – 15 шт.;	<a href="http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html">http://sntbul.bmstu.ru/do c/551872.html</a> <a href="http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html">http://engbul.bmstu.ru/do c/723331.html</a> <a href="http://habrahabr.ru/post/27425">http://habrahabr.ru/post/27425</a>



		МФУ Epson L222 – 1 шт.; Мебель – столы, стулья по 15 шт	
<b>Раздел 5. Работа в группах над инженерным проектом</b>			
Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: <a href="http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf">http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf</a> (дата обращения 31.10.2016)	Образцы готовых изделий, технологические карты, чертежи	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)-20 шт.; Интерактивный программно-аппаратный комплекс TeachTouch 3.0 75 дюймов с встроенным компьютером – 1 шт.; Ноутбук HP, 15.6", AMD A10 9620P 2.5ГГц, 8Гб, 1000Гб, AMD Radeon 530 - 2048 Мб, DVD-RW, Win 10 Pro – 15 шт.; МФУ Epson L222 – 1 шт.; Мебель – столы, стулья по 15 шт	<a href="http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf">sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf</a> ; <a href="http://aerobot.com.au/support/raining/lipo-safety">aerobot.com.au/support/raining/lipo-safety</a> ; <a href="https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344">youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344</a>  <a href="https://youtu.be/OvaGooGpj_0">https://youtu.be/OvaGooGpj_0</a>

**Кадровое обеспечение:** педагог дополнительного образования.

Для успешной реализации образовательного процесса необходимо сотрудничество со следующими специалистами:

- специалистом по проектной деятельности, наставниками квантумов.

## **6. Формы аттестации и контроля**

В основе определения результата обучения и воспитания лежит дифференцированный подход. Критерии результативности, прежде всего, ориентированы на развитие личности и включают оценку освоения определенного объема знаний умений и навыков.

Для проверки знаний, умений и навыков используются следующие методы педагогического контроля:



- *входной* – проводится перед началом работы над модулем, предназначен для выяснения уровня подготовленности к изучению модуля, формой проведения может быть опрос, тест и др.
- *текущий* – предназначен для контроля за успеваемостью обучаемых и усвоения ими темы, основные формы проведения – фронтальный опрос, карточки с заданиями и др.
- *тематический* – проводится после изучения раздела, может быть организован в форме кейсов, самостоятельной работы, контрольных вопросов и др.
- *промежуточный* – промежуточный контроль представляет собой тестирование по всем изученным темам. По результатам данного тестирования будет производиться отбор ребят на обучение на углубленном уровне. Для прохождения отбора необходимо набрать 50-70% верных ответов.

#### **Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов:**

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные проекты.
- выполнение практических и работ;
- выполнения творческих заданий (подготовка проекта и его презентация).

### **7. Оценочные материалы**

В программе предусмотрены следующие уровни освоения:

*Минимальный уровень* – обучающийся не выполнил образовательную программу, не регулярно посещал занятия.

*Базовый уровень* – обучающийся выполнил образовательную программу, регулярно посещал занятия.

*Высокий уровень* – обучающийся проявляет интерес к занятиям, проявляет инициативу, показывает положительную динамику развития знаний, умений и навыков по предмету.

Признаки	Уровни		
	Минимальный	Базовый	Максимальный
Знание терминов и теории	Недостаточный уровень знания теоретических терминов и понятий по предмету	Имеет теоретические знания в рамках программы, без привлечения дополнительной литературы	Имеет широкий кругозор знаний по содержанию курса, свободно применяет изучаемые термины, интересуется дополнительной литературой

Объем знаний	Малый объем знаний	Объем знания соответствует программе	Объем знаний, расширенный за счет изучения дополнительной литературы
Качество знаний	Недостаточное качество знаний	Качество знаний на среднем уровне	Высокое качество знаний
Развитие познавательного интереса	Низкий познавательный интерес	Познавательный интерес проявляется устойчиво	Познавательный интересна высоком уровне
Активность	Обучающийся присутствует на занятиях, не активен, задания выполняет только по указанию педагога	Обучающийся на занятиях проявляет активность на определенных темах или определенных этапах работы	Проявляет активный интерес деятельности, стремится к самостоятельной работе
Вовлеченность в процесс обучения	Обучающийся недостаточно вовлечен в процесс обучения	Обучающийся вовлечен в процесс обучения, только тогда, когда его к этому понуждает педагог	Обучающийся постоянно вовлечен в процесс обучения, проявляет инициативу к выполнению заданий
Характер отношений в коллективе	Обучающийся стремится к обособлению, контактирует с другими учащимися без желания	Не склонен к конфликтам в коллективе, но и нет стремления сотрудничать с товарищами	Доброжелательное отношение к другим, стремление помогать товарищам, работать в группе
Развитие коммуникативных навыков	Низкий уровень коммуникативных качеств, без охоты общается в коллективе	Имеет коммуникативные качества, но не всегда принимает участие в коллективной работе	Высокие коммуникативные качества, активно принимает участие в делах коллектива
Отношение к педагогу	Не всегда выполняет требования педагога, задания выполняет	Выполняет требования педагога, но держится обособленно	Внимательно слушает педагога, с желанием выполняет требования,

	только по принуждению		обращается к педагогу вопросами при необходимости
--	-----------------------	--	---

Материал, изучаемый в программе вводного модуля, будет использован при продолжении обучения по программе Углубленного модуля 1.1.

## **8. Программа воспитания Николаева Сергея Юрьевича на 2021-2022 учебный год**

**Цель** – развитие общекультурных компетенций у обучающихся детского технопарка «Кванториум» города Железногорска Курской области, способствующих личностному развитию обучающихся.

### **Задачи воспитания:**

- реализовывать воспитательные возможности основных направлений деятельности детского технопарка «Кванториум» Курской области;
- вовлекать обучающихся в разнообразные мероприятия, направленные на формирование и развитие культурно-исторических, духовно-нравственных, художественно-практических компетенций;
- создавать условия для развития художественно-эстетического воспитания и повышения уровня креативности у обучающихся детского технопарка «Кванториум» Курской области;
- организовывать работу с семьями обучающихся, направленную на совместное решение задач всестороннего личностного развития обучающегося.

### **Результат воспитания:**

- повышение уровня воспитанности обучающихся;
- увеличение уровня познавательной активности;
- развитие общекультурных компетенций;
- реализация творческого потенциала обучающихся;
- сформированность уровня социального партнерства с семьей;
- принятие социальной позиции гражданина на основе общих национальных нравственных ценностей: семья, природа, труд и творчество, наука, культура, социальная солидарность, патриотизм;
- мотивация к реализации эстетических ценностей в пространстве образовательного центра и семьи.

### **Работа с коллективом обучающихся**

- Формирование практических умений по организации органов самоуправления, этике и психологии общения, технологии социального и творческого проектирования;
- обучение умениям и навыкам организаторской деятельности, самоорганизации, формированию ответственности за себя и других;

- развитие творческого культурного, коммуникативного потенциала ребят в процессе участия в совместной общественно-полезной деятельности;
- содействие формированию активной гражданской позиции;
- воспитание сознательного отношения к труду, к природе, к своему городу.

В рамках данной работы предусмотрены следующие мероприятия: празднования ежемесячных всероссийских праздников, экскурсии в краеведческий музей, посещение дендрария г. Железногорск, проведение мастер-классов к тематическим неделям, участие в фестивале «Наука 0+», съёмка ролика о детском технопарке «Кванториум» Курской области, посещение Дома Культуры города Железногорск, сотрудничество и организация с центром молодёжи выставок к мероприятиям, участие в шествии «Бессмертный полк»

#### **Работа с родителями**

- Организация системы индивидуальной и коллективной работы с родителями (тематические беседы, собрания, индивидуальные консультации);
- содействие сплочению родительского коллектива и вовлечение в жизнедеятельность кружкового объединения (организация и проведение открытых занятий для родителей в течение года).

В рамках данной работы предусмотрены следующие мероприятия: родительские собрания, проведения мастер-классов.

### **Календарный план воспитательной работы объединения «Аэроквантум» на 2021-2022 учебный год**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование мероприятий, тематика</b>	<b>Дата проведения</b>	<b>Ответственные</b>
<b>1</b>	<p style="text-align: center;"><b>Кино</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– День солидарности в борьбе с терроризмом «Мир против экстремизма»</li> <li>– Мастер-классы по истории создания кино</li> <li>– День открытых дверей в «Кванториум» Курской области</li> <li>- Знакомство с особенностями развития Российского и мирового кинематографа</li> <li>– Мастер-классы по направлению Аэро</li> </ul>	Сентябрь	«Кванториум» Курской области Методист отдела
<b>2</b>	<p style="text-align: center;"><b>Экология</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Участие во втором всероссийский конкурс инженерии и изобретательства «X-Tech fest»</li> <li>– Участие во Всероссийском экологическом фестивале «Земле жить!»</li> <li>- Мастер-классы по направлению Аэро</li> <li>- Мастер-классы к тематической неделе</li> </ul>	Октябрь	«Кванториум» Курской области Методист отдела



3	<p style="text-align: center;"><b>Музыка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- День народного единства</li> <li>- Организация и проведение Дня матери</li> <li>-Посещение дома культуры г. Железногорск</li> <li>- Организация и проведение «Арт-хакатона»</li> <li>- Мастер-классы по направлению Аэро</li> </ul>	Ноябрь	«Кванториум» Курской области Методист отдела
4	<p style="text-align: center;"><b>Новый год</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Организация и проведение Всемирного дня компьютерной графики</li> <li>- Организация и проведение новогодних праздников</li> <li>- Мастер-классы по направлению Аэро</li> </ul>	Декабрь	«Кванториум» Курской области Методист отдела
5	<p style="text-align: center;"><b>Искусство</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Посещение ЦДТ театральных постановок</li> <li>- Посещение краеведческого музея г. Железногорск</li> <li>-Реализация проекта «Покормите птиц зимой!»</li> <li>-Воспитательные мероприятия, посвящённые празднику Рождества Христова (беседы, викторины, мастер-классы)</li> <li>- Всероссийская акция «Блокадный хлеб»</li> <li>- Мастер-классы по направлению Аэро</li> </ul>	Январь	«Кванториум» Курской области Методист отдела
6	<p style="text-align: center;"><b>Наука</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Научпоп-видео (смотрим – обсуждаем – актуальные проблемы науки для детей)</li> <li>- Международный день родного языка</li> <li>- Беседа «Как наука важна в 21 веке»</li> <li>- Организация и проведение мероприятий к Дню защитника Отечества</li> <li>- Организация и проведение «Дня российской науки»</li> <li>- Выход в ЦИТ (Железногорский горно-металлургический колледж)</li> <li>- Организация виртуальной выставки ко Дню защитника Отечества</li> <li>- Мастер-классы по направлению Аэро</li> </ul>	Февраль	«Кванториум» Курской области Методист отдела
7	<p style="text-align: center;"><b>Театр</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Посещение дома культуры г. Железногорск</li> <li>- Всемирный день иммунитета</li> <li>- День воссоединения Крыма и России</li> <li>- Конкурс 3D моделей к Международному женскому дню</li> <li>- Мастер-классы по направлению Аэро</li> </ul>	Март	«Кванториум» Курской области Методист отдела
8	<p style="text-align: center;"><b>Региональная культура</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Посещение музея. «Карьер – наш кормилец»</li> <li>- Беседа «Самые яркие люди нашего края»</li> <li>- День космонавтики. Гагаринский урок «Космос - это мы»</li> </ul>	Апрель	«Кванториум» Курской области Методист отдела

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сотрудничество с Центром молодёжи г. Железногорск, организация и помощь в выставках</li> <li>– Онлайн экскурсия в Музей космонавтики</li> <li>– Мастер-классы по направлению Аэро</li> </ul>		
9	<p style="text-align: center;"><b>История</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Посещение Всероссийских виртуальных экскурсий по музеям страны.</li> <li>– Историческая игра «На службе Отечества»</li> <li>– Экскурсии на выставки в музеи города</li> <li>– Беседа «Хорошо ли мы знаем историю?»</li> <li>– Участие в шествии «Бессмертный полк»</li> <li>– Беседа на тему: “Дети войны”</li> <li>– Создание виртуальной выставки на тему праздника 9 мая</li> <li>– Мастер-классы по направлению Аэро</li> </ul>	Май	«Кванториум» Курской области Методист отдела

## 9. Список литературы

### 1) Список литературы, рекомендованный педагогам (коллегам) для освоения

#### данного вида деятельности

#### Основная:

1. 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).
2. 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).
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 31.10.2016).
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.  
Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf) (дата обращения 31.10.2016).
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
6. 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).



7. 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:**

8. 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](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html) (дата обращения 31.10.2016).

9. 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/eluu11\\_public.pdf](http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_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.jfranklin.2013.10.021

15. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

**2) Список литературы, рекомендованной обучающимся, для успешного освоения данной**

### **образовательной программы**

1. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>  
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>  
<http://alexgyver.ru/quadcopters/>

### **3) Список литературы, рекомендованной родителям в целях расширения диапазона**

#### **образовательного воздействия и помощи родителям в обучении и воспитании ребенка**

1. Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С. Соловейчика  
[https://drive.google.com/open?id=0B\\_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM](https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM)



**Календарный учебный график дополнительной  
общеразвивающей программы.  
«АЭРОКВАНТУМ. Вводный модуль»**

№	Дата (план)	Дата (факт)	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
<b>Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b>							
1			Беседа	2	Вводное занятие о содержании курса, принципы управления и строение мультикоптеров.	ДТ Кванториум г. Железногорск	Входной
2			Практическая работа	2	Основы техники безопасности полётов и строение мультикоптеров	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
3			Практическая работа	2	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
4			Практическая работа	2	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
5			Практическая работа	2	Технология пайки. Техника безопасности. Обучение пайке.	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
6			Практическая работа	2	Полёты на симуляторе	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
7			Практическая работа	2	Полёты на симуляторе	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
<b>Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</b>							
8			Беседа	2	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления	ДТ Кванториум г. Железногорск	Входной

9			Практическая работа	2	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
10			Практическая работа	2	Сборка рамы квадрокоптера	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
11			Практическая работа	2	Сборка рамы квадрокоптера	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
12			Практическая работа	2	Пайка ESC, ВЕС и силовой части.	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
13			Практическая работа	2	Пайка ESC, ВЕС и силовой части.	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
14			Практическая работа	2	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
15			Практическая работа	2	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
16			Практическая работа	2	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
17			Практическая работа	2	«удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
18			Практическая работа	2	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
<b>Настройка, установка FPV – оборудования</b>							
19			Беседа	2	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	ДТ Кванториум г. Железногорск	Входной
20			Практическая работа	2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
21			Практическая работа	2	Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	ДТ Кванториум г. Железногорск	Текущий
<b>Программирование мультитаротных систем.</b>							

22			Беседа	2	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Входной
23			Практическая работа	2	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
24			Практическая работа	2	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
25			Практическая работа	2	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
26			Практическая работа	2	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
<b>Работа в группах над инженерным проектом</b>							
27			Практическая работа	2	Принципы создания инженерной проектной работы.	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Входной
28			Практическая работа	2	Принципы создания инженерной проектной работы	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
29			Практическая работа	2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
30			Практическая работа	2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
31			Практическая работа	2	Работа в группах над организацией проекта «Гонка дронов»..	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
32			Практическая работа	2	Работа в группах над организацией проекта «Гонка дронов»..».	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
33			Практическая работа	2	Работа в группах над организацией проекта «Гонка дронов».	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
34			Практическая работа	2	Работа в группах над организацией проекта «Гонка дронов».	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Текущий
<b>Итоговый контроль</b>							
35			Практическая работа	2	Подготовка презентации собственной проектной работы.	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Промежуточный
36			Практическая работа	2	Презентация и защита группой собственного проекта	ДТ Кванториум г. Железнодорожск	Защита проекта/
<b>ИТОГО:</b>				72			

## Оценочные материалы

Проверочные задания охватывают темы по программе обучения при помощи Конструктора БАС.

### Контрольные вопросы по темам

#### Знакомство. Принципы проектирования и строение мультикоптеров

1. В какое время появился первый квадрокоптер, и в чём был его недостаток?
2. Чем отличаются БПЛА самолетного типа от обычных самолетов?
3. В каких сферах можно использовать БПЛА самолетного типа?
4. В каких сферах можно использовать коптеры?
5. Какие конфигурации квадрокоптеров бывают?
6. Перечислите название осей коптера.
7. По какому принципу вращаются винты коптера?
8. За что отвечает полётный контроллер?
9. Для чего нужен ESC?
10. Какой вид электродвигателей применяется в коптерах? В чём их преимущество?
11. Какими тремя параметрами обладают воздушные винты?
12. Может ли квадрокоптер летать в вакууме?

#### Основы электричества

1. Что такое электродвижущая сила?
2. Как найти сопротивление в проводнике используя закон Ома.
3. Чем отличается проводник от диэлектрика?
4. Где применяется первый закон Кирхгофа?
5. Из-за чего в проводнике происходит выделение тепла при прохождении тока?

#### Теория пайки

1. Какое вещество не допускает окисление?
2. Перечислите основные этапы пайки.
3. Что такое лужение?
4. В каких случаях пайку использовать нельзя?
5. Какой флюс лучше использовать при пайке микросхем.

#### Аэродинамика полета. Пропеллер

1. За счёт чего образуется сила тяги в пропеллере?
2. Как узнать шаг пропеллера по названию его марки?
3. Что такое пропеллерная константа?

4. Для чего в конструкции коптера одновременно используются пропеллеры, вращающиеся по и против часовой стрелки?
5. Что является исходными данными для подбора винта в коптере?
6. Какие характеристики пропеллера нужны для быстроходного и тихоходного коптера?
7. Определите по таблице к мотору X2204S 2300kv, с каким пропеллером будет развиваться максимальная скорость.

### **Основы электромагнетизма. Типы двигателей**

1. Как, следуя закону Ампера, ведут себя проводники с электрическими токами?
2. По закону Кулона как взаимодействуют относительно друг друга два точечных заряда в вакууме.
3. В чём основное различие коллекторных и бесколлекторных электродвигателей?
4. По каким характеристикам бесколлекторные электродвигатели подходят для использования их на квадрокоптерах?

### **Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода**

1. Зачем нужны датчики в бесколлекторных электродвигателях?
2. На что влияет количество фаз в бесколлекторном электродвигателе?
3. Перечислите основные характеристики контроллеров.
4. Какие ошибки при подключении контроллеров возможно допустить?
5. К каким последствиям могут привести эти ошибки?
6. Перечислите возможные настройки контроллера.

### **Принцип работы, типы и устройство аккумуляторов**

1. Какие устройства называют аккумуляторами?
2. За счёт каких процессов в аккумуляторе накапливается энергия?
3. Что происходит в аккумуляторе во время его заряде и разряде?
4. Опишите два способа соединения аккумуляторов.
5. Какие аккумуляторы применяются при сборке коптеров?
6. Перечислите основные характеристики аккумуляторов