

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ  
«КИРОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

**Рассмотрено и принято**  
Педагогическим советом техникума  
Решение от 31.08.2020  
Протокол №11



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**«Аэроквантум-мультикоптеры»**

**Углубленный модуль**

**(72 часа)**

**Возраст обучающихся: 10-18 лет**

Авторы-разработчики:

Блохин Д.В., наставник детского технопарка  
«Кванториум»

Калопина С.С., преподаватель детского  
технопарка "Кванториум".

г. Кировск

2020 год

## Содержание

---

1. Пояснительная записка к программе.....	3
2. Содержание программы (учебный план).....	8
3. Карта образовательного модуля.....	12
4. Источники информации.....	16
5. Инструкция ТБ .....	17
6. Глоссарий .....	22
7. Диагностическая карта образовательных возможностей учащихся .....	24

История человечества — это история тесного переплетения науки и инженерного искусства, от интереса к природной стихии до ее понимания и использования на пользу человечества. Инженерную работу, инженерное творчество мы можем проследить в исторической ретроспективе от легендарных творцов Дедала и Ноя через выдающихся инженеров Имхотепа и Архимеда, до Генри Форда, Фердинанда Порше и Стивена Джобса.

Роль технологий в жизни общества, научные открытия, стирание границ между странами и мобильность формируют запрос на изменения в инженерном образовании. Современный инженер должен уметь планировать, проектировать, производить и применять комплексные инженерные решения в условиях командной работы. Более того, у него должны быть компетенции, которые позволят управлять всеми этими процессами. Современный инженер — это по-настоящему инновационная профессия, истинная профессия будущего.

Занятия по программе «Аэроквантум» позволят детям овладеть базовыми компетенциями современного инженера: от знакомства с теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ) до теории и практической сборки беспилотного летательного аппарата.

### **Направленность программы**

---

Техническая.

### **Актуальность программы**

---

Современное общество за свою историю проходило различные этапы в своём развитии. Переход к информационному обществу от индустриального и/или постиндустриального общества произошел, по историческим меркам, совсем недавно и это порождает целую плеяду проблем, которые проявляются в настоящий период времени. Большие сложности при адаптации к условиям мощного потока информации испытывают дети, особенно дети подросткового возраста.

Быстрый доступ к информации порождает иллюзию наличия у человека энциклопедических знаний. Компетентность сводится к применению на практике не знаний, а найденных готовых решений. Упор делается на решение конкретной задачи при помощи поиска готовых ответов. Подросток, накопив опыт успешного преодоления проблем с использованием готовых решений, склонен переносить успешность на оценку уровня информационной компетентности. Этот эффект проявляется и развивается стремительно и порождает дефицит квалифицированных специалистов во всех областях знаний. Появляется четкое разделение между специалистами высокого и низкого уровня.

Программа "Аэроквантум-" призвана решить эту проблему, ставя обучающимся максимально широкий, междисциплинарный и метапредметный спектр инженерных задач. Такой подход позволяет

вырастить инженера, способного на синтез новых знаний, оперируя потоками в информационном поле.

### **Программа составлена с учетом следующих документов:**

---

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 № 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.04.2015 № 729-р «Об утверждении плана мероприятий на 2015 — 2020 годы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 № 1726-р»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 года № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 года № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;
- Паспорт Федерального проекта «Успех каждого ребенка», утвержденный проектным комитетом по национальному проекту «Образование» от 7 декабря 2018 года протокол № 3.

### **Педагогическая целесообразность программы**

---

Программа «Аэроквантум» в первую очередь направлена на решение профориентационных задач, обеспечивая возможность знакомства обучающимися с современным оборудованием и современными требованиями к профессиям технической направленности.

Понимание современных технологий и принципов инженерного мышления необходимо для развития ребенка в сферах изобретательства, инженерии и наукоёмкого предпринимательства. Данные компетенции необходимы любому специалисту на конкурентном рынке труда в областях, востребованных в современном мире и связанных с высокими технологиями.

Методологической основой программы является системно-деятельностный подход, органично сочетающийся с различными современными образовательными технологиями, такими как технология развития понятийного мышления, технология исследовательской и проектной деятельности. Применение системно-деятельностного подхода наиболее эффективно способствует формированию универсальных учебных действий.

### **Цель программы**

---

**Целью** программы является стимулирование творческого, конструкторского мышления; получение в дальнейшем профессионально- ориентирующих компетенции для осуществления проектной деятельности в области моделирования летательных аппаратов и других инженерных областях, необходимых в повседневной жизни.

#### **Задачи:**

- Развить комплекс базовых технологий, применяемых при моделировании летательных аппаратов, обучение основным принципам механики и аэродинамики;
- Обучить грамотному представлению своей идеи, проектированию ее технического и программного решения, реализации в виде модели способной к функционированию;
- Обучить навыкам решения специализированных задач, результатом каждой из которых будет работающий механизм или модель летательного аппарата с автономным управлением;

#### **Место модуля в образовательной программе**

Вводный модуль.

#### Методы

- Метод проблемного обучения.
- Метод проектов.
- Лабораторно-практические работы.

#### Формы работы

- На этапе изучения нового материала — лекции, объяснение, рассказ, демонстрации.
- На этапе закрепления изученного материала— беседы, дискуссии, лабораторно-практическая работа, дидактическая или педагогическая игра.

- На этапе повторения изученного материала — наблюдение, устный контроль (опрос, игра).
- На этапе проверки полученных знаний — тестирование, выполнение дополнительных заданий, публичное выступление с демонстрацией результатов работы, соревнование.

**Требования к результатам освоения программы модуля** Результаты освоения обучающимися данного образовательного модуля должны соотноситься с его целью и задачами.

В результате прохождения данного образовательного модуля обучающийся должен знать следующие ключевые понятия: напряжение, сопротивление, сила тока, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), дрон, беспилотная авиационная система (БАС), мультикоптер, квадрокоптер, гексакоптер, октокоптер, аппаратура управления, полётный контроллер, акселерометр, гироскоп, регулятор оборотов, бесколлекторный мотор, микроконтроллер.

Практический результат: Учащийся самостоятельно собирает и программирует БПЛА, выполняет полёты: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Пилотирует с использованием FPV-оборудования. Работает с профессиональными аппаратами и ПО для обработки фото.

Прохождение данного образовательного модуля должно сформировать у обучающихся компетенции, которые могут быть применены в ходе реализации проектов в данном модуле и последующих образовательных модулях.

### **Универсальные компетенции (Soft Skills)**

- Умение слушать и задавать вопросы.
- Навык решения изобретательских задач.
- Свободное мышление.
- Навыки проектирования.
- Работа в команде.
- Мышление на несколько шагов вперёд.
- Осмысленное следование инструкциям.
- Соблюдение правил.
- Работа с взаимосвязанными параметрами.
- Преодоление страха полёта.
- Осознание своего уровня компетентности.
- Ответственность.

- Осознание своих возможностей.
- Поиск оптимального решения.
- Внимательность и аккуратность.
- Соблюдение техники безопасности.

### **Предметные компетенции (Hard Skills)**

- Знание техники безопасности.
- Знания по истории, применению и устройству беспилотников.
- Знание строения БПЛА.
- Навыки пайки, электромонтажа, механической сборки.
- Знания о работе полетного контроллера.
- Умение настраивать БПЛА.
- Умение подключать и настраивать оборудование симулятора.
- Навыки пилотирования БПЛА.

Процедуры и формы выявления образовательного результата описаны в кейсах.

### **Учебно-тематическое планирование**

Учебно-тематический план представлен в виде карты образовательного модуля с указанием вида учебной деятельности для каждой активности, количества учебных часов, компетенций (Hard Skills, Soft Skills) и места проведения активности.

- Продолжительность модуля — 72 академических часа.
- Продолжительность одного занятия — от 2 академических часа.
- Частота занятий — 3 занятия в неделю.
- Количество преподавателей — 2.
- Количество обучающихся в группе — до 16.
- Распределение комплектов оборудования и материалов — 1 комплект на 2 обучающихся.

## Содержание программы (учебный план)

Учебный план содержит две основные формы занятий: теоретические занятия и практика. Обе формы являются неотъемлемой частью программы и являются необходимыми и достаточными для выполнения поставленных программой целей.

Теоретический блок подразумевает развитие soft-skills — теоретических знаний и приемов, необходимых в творческой работе и связанных с развитием когнитивной сферы личности.

Практический блок направлен на формирование hard-skills — практических навыков и умений.

### Учебный план (по модулям)

№	Название модуля	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)	5	10	15
2	Сборка и настройка квадрокоптера	5	10	15
3	Настройка, установка FPV – оборудования.	2	8	10
4	Ортофотосъемка	4	4	8
5	Хайтек	0	12	12
6	Управление личностным развитием (soft skills). Итоговый контроль.	0	12	12
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>56</b>	<b>72</b>



## Учебный-тематическое планирование

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов всего	Количество часов		Формы контроля/аттестации
			теория	практика	
<b>1. Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – 15 ч. (5/10)</b>					
1.1	Вводная лекция о содержании курса.	1	1	0	Лекция
1.2	Устройство и принцип работы универсальной системы радиоуправления	1	1	0	Лекция
1.3	Принципы управления и строение мультикоптеров.	1	0	1	Практическое занятие
1.4	Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета	1	1	0	Лекция
1.5	Основы техники безопасности полётов	1	1	0	Лекция
1.6	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Литийионные аккумуляторы.	1	1	0	Лекция
1.7	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	1	0	1	Практическое занятие
1.8	Технология пайки. Техника безопасности.	1	0	1	Практическое занятие
1.9	Обучение пайке.	2	0	2	Практическое занятие
1.10	Визуальные полёты на симуляторе	5	0	5	Практическое занятие
<b>2. Сборка и настройка квадрокоптера -15 ч. (5/10)</b>					
2.1	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	1	1	0	Лекция
2.2	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	1	1	0	Лекция

2.3	Сборка рамы квадрокоптера.	1	0	1	Практическое занятие
2.4	Пайка ESC(электронного регулятора скорости), ВЕС(преобразователя питания) и силовой части.	2	0	2	Практическое занятие
2.5	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	2	0	2	Практическое занятие
2.6	Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1	0	Лекция
2.7	Подключение светодиодной ленты	2	1	1	Лекция/ Практическое занятие
2.8	Программирование светодиодной ленты	2	1	1	Лекция/ Практическое занятие
2.9	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	1	0	1	Практическое занятие
2.10	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	2	0	2	Практическое занятие
<b>3. Настройка, установка FPV – оборудования. – 10 ч. (2/8)</b>					
3.1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	2	1	1	Лекция/ Практическое занятие
3.2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	2	1	1	Лекция/ Практическое занятие
3.3	Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	6	0	6	Практическое занятие

<b>4. Ортофотосъемка – 8 ч. (4/4)</b>					
4.1	Знакомство с профессиональной техникой DJI, ГеоСкан	2	1	1	Лекция/ Практическое занятие
4.2	Знакомство с ПО Agisoft Photoscan	2	1	1	Лекция/ Практическое занятие
4.3	Учебные полеты на DJI Phantom 4	2	1	1	Лекция/ Практическое занятие
4.4	Создание собственного 3D объекта	2	1	1	Лекция/ Практическое занятие
<b>5. Хайтек-12 ч. (0/12)</b>					
5.1	История развития ИТ-технологий в России. Презентация «Наш Цех-Хайтек».	4	0	4	Лекция/ Практическое занятие
5.2	Аддитивные технологии	2	0	2	Практическое занятие
5.3	Лазерные технологии	2	0	2	Практическое занятие
5.4	Фрезерные технологии	2	0	2	Практическое занятие
5.5	Работы с электронными компонентами	2	0	2	Практическое занятие
<b>6. Управление личностным развитием (soft skills). Итоговый контроль-12 ч. (0/12)</b>					
6.1	Техника изобретательской разминки	2	0	2	Практическое занятие
6.2	Идеальный конечный результат SCRUM	2	0	2	Практическое занятие
6.3	Мозговой штурм	2	0	2	Практическое занятие
6.4	Деловая игра. Основы техники Публичного выступления	2	0	2	Практическое занятие
6.5	Подготовка презентаций по созданной ортофотосъемке. Поиск неисправности. Прохождение трассы. Рефлексия. Репетиция защиты итогового проекта.	4	0	4	Практическое занятие. Итоговый контроль
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>56</b>	

### 1. Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – 15 ч. (5/10)

1.1 Вводная лекция о содержании курса.

Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем.

1.2 Устройство и принцип работы универсальной системы радиопередачи

Аппаратура радиопередачи: принцип действия, общее устройство.

1.3 Принципы управления и строение мультикоптеров.

Принципы управления мультироторными системами. Основные элементы мультикоптера.

Различия конструкций мультикоптеров.

1.4 Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета

Принципы управления самолетом. Основные элементы БПЛА на базе самолета.

Преимущества и недостатки по сравнению с мультикоптером.

1.5 Основы техники безопасности полетов

Техника безопасности при работе с мультироторными системами.

1.5 Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.

Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.

1.6 Практические занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)

1.7 Технология пайки. Техника безопасности.

Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем. Техника безопасности при работе с паяльником.

Защитные средства при пайке.

1.8 Обучение пайке.

Пайка проводов между собой, к контактными площадкам, пайка силовых проводов, пайка с использованием специальных жидкостей.

## 1.9 Визуальные полёты на симуляторе.

Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютерном симуляторе, проведение учебных полётов на симуляторе.

## 2. Сборка и настройка квадрокоптера -15 ч. (5/10)

2.1 Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.

Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

2.2 Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.

Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.

2.3 Сборка рамы квадрокоптера.

2.4 Пайка ESC (электронного регулятора скорости), ВЕС (преобразователя питания) и силовой части.

Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.

2.5 Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления

2.6 Инструктаж по технике безопасности полетов.

2.7 Подключение светодиодной ленты.

2.8 Написание «Скейтча». Подбор цвета ленты.

2.9 Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,

«удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.

2.10 Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «впередназад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку»,

«коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

Разбор аварийных ситуаций.

### **3. Настройка, установка FPV – оборудования -10 ч. (2/8)**

3.1 Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. Возможные неисправности и их устранение. Техника безопасности при работе с паяльным оборудованием.

3.2 Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.

3.3 Пилотирование с использованием FPV- оборудования. Особенности пилотирования в FPV. Техника безопасности при полетах в FPV.

### **4. Ортофотосъемка- 8 ч. (4/4)**

4.1 Знакомство с профессиональной техникой DJI, GeoScan. Развертывание, включение, настройка.

4.2 Знакомство с ПО AgisoftPhotoscan. Основные рабочие элементы. Принципы работы ПО на готовых примерах.

### **5. Хайтек-12 ч. (0/12)**

5.1 История развития ИТ-технологий в России. Презентация «Наш Цех-Хайтек».

5.2 Аддитивные технологии-работа в цехе Хайтек. Помощь в подготовке итогового проекта.

5.3 Лазерные технологии-работа в цехе Хайтек. Помощь в подготовке итогового проекта.

5.4 Фрезерные технологии-работа в цехе Хайтек. Помощь в подготовке итогового проекта.

5.5 Работы с электронными компонентами. Инд.консультации.

### **6 Управление личностным развитием. Итоговый контроль- 12 ч (0/12)**

6.1 Техника изобретательской разминки

- 6.2 Идеальный конечный результат
- 6.3 SCRUM
- 6.4 Мозговой штурм.
- 6.5 Деловая игра. Основы техники Публичного выступления
- 6.6 Подготовка презентаций по созданной ортофотосъемке. Поиск неисправности. Прохождение трассы. Рефлексия. Репетиция защиты итогового проекта. Подготовка презентаций по созданной ортофотосъемке. Рефлексия

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 20.10.15).

Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino. — Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 20.10.15).

Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. — Рига, 2010. — Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodtnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf) (дата обращения 20.10.15).

Понфиленок О.В., Шлыков А.И., Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». — Москва, 2016.

Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. — МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. — 2012. №3. — Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 17.04.2014).

Валерий Яценков. Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика. <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135412298/>



### 1. Приложение № 1. Общие требования безопасности.

Каждый пилот сам несёт ответственность за выполнение правил безопасности полёта. Другие пилоты, находящиеся в зоне полётов, имеют право и обязанность выступать в роли стражей порядка и обеспечивать общую безопасность. Опытный пилот отвечает не только за свою семью и гостей, но и за свои и их действия, которые могут нанести какой-либо ущерб, например, нарушение зоны радио-безопасности и вызванный этим сбой и помехи других моделей. Управляя моделью любого размера и класса необходимо следовать правилам:

1.1. Пилот должен следовать данным правилам техники безопасности, правилам и требованиям, установленными конкретным местом полётов, а также исходить из здравого смысла.

1.2. Своими действиями пилот не может подвергать риску свою или чужую жизнь или имущество (в том числе не разрешено управлять моделью опасным способом).

1.3. Если пилот не уверен в безопасности модели, то запрещен её полёт в присутствии зрителей, в том числе на соревнованиях, санкционированном мероприятии, воздушном шоу или демонстрации полётов. Новую, прошедшую ремонт и т.д. модель необходимо прежде всего испытать без присутствия посторонних лиц, для сведения к минимуму всех возможных рисков.

1.4. Пилоту не разрешено управлять моделью под воздействием алкоголя, наркотиков и прочих веществ и факторов, которые ослабляют реакцию и уменьшают способность принимать решения.

1.5. Не разрешён полёт модели (в том числе стартовать/приземляться/совершать манёвры) над местом, где находятся люди и автомобили, в том числе зрители, прочие соревнующиеся и судьи. В зависимости от класса соревнования данное правило может быть уточнено. В течение всего полёта модель должна оставаться впереди пилота и зрителей за ним. Расстояние между пилотом и зрителями/автомобилями должно составлять по меньшей мере тридцать(30) метров.

1.6. Пилоту не разрешено совершать полёт в неподходящее для этого время и/или без разрешения собственника. В течение полёта модели всегда необходимо следовать требованиям безопасности, установленным собственником лётной площадки/аэродрома.

1.7. При включении передатчика, используемого для управления моделью, необходимо убедиться, что в радиусе (2) двух километров не происходит прочих радиоуправляемых полётов.

1.8. Пилоту не разрешено управлять моделью, которая не соответствует требованиям безопасности.

1.9. Для полётов на аэродроме или вблизи него (в зоне приближения) необходимо разрешение руководителя полётов. Ознакомьтесь с ограничениями действующими для зоны приближения конкретного аэродрома! В большинстве случаев не разрешены полёты выше чем 200 (двести) метров над уровнем моря и ближе чем 50 километров от международного аэродрома.

1.10. Приближаясь к самолёту полного размера или парашютисту, пилот, управляющий моделью, обязан немедленно уступить дорогу и прекратить полёт модели. При необходимости, находящиеся рядом с пилотом модельного самолёта, должны уведомить его об опасности. При полётах на неактивном аэродроме, необходимо учитывать возможность появления самолёта полного размера

и его приземления. В подобной ситуации крайне важно немедленно совершить приземление модели и освободить посадочную полосу для посадки самолёта полного размера.

1.11. При необходимости пилот должен использовать для безопасного старта самолёта помощника, при этом позаботиться, чтобы помощник был бы полностью проинструктирован в части общего обращения с моделью, её тестирования, регулирования и перемещения.

1.12. Пилот должен заботиться о том, чтобы никто не стоял на той же линии, что и работающие пропеллеры или перед ними.

## **2. Общие технические требования:**

2.1. Пилоту не разрешено управлять моделью, использующей пропеллер с металлическими лопастями или ротор.

2.2. Запрещено использование отремонтированных или повреждённых пропеллеров и лопастей, они не должны быть использованы ни в каком случае.

2.3. Лопасты и пропеллеры должны быть надёжно закреплены, желательно при помощи гаек с системой блокировки. Особенное внимание необходимо уделять четырёхтактовым моторам, так как возможность их реверсирования и последующего разъединения пропеллера и крепления более велика.

## **3. Радиоуправляемый полёт.**

При управлении полёта радиоуправляемой модели любого класса необходимо следовать следующим правилам поведения:

3.1. Пилоту рекомендуется в начале каждого полётного дня и при каждой смене модели, перед совершением первого полёта совершить наземную проверку связи, чтобы убедиться в работоспособности средств радиоуправления. Также рекомендуется проверить правильность радиопрограммы и правильности направления управления рулём или автоматом наклона вертолёта. Контроль особенно актуален после большого ремонта или для новой модели.

3.2. Пилоту не разрешено управлять полётом модели в присутствии зрителей до того, как он приобретёт достаточный опыт. Исключением является помощник пилота или инструктор со стороны квалифицированного пилота. Это опасно для зрителей, которые также могут мешать пилоту сосредоточиться.

3.3. Пилоту не разрешено совершать полёт сознательно за пределом поля зрения или управлять полётом модели, если между ним и моделью находится какой-либо объект.

3.4. Пилоту разрешено использовать только средства радиосвязи, которые используют радиочастоты разрешённые в России. Пилоту не разрешено включать передатчик не проверив, что частота его действия свободна и разрешена для использования (в том числе на данном мероприятии). Обычно для резервации радиочастот используется кварцевое табло. Пилот, который планирует начать полёт, должен прежде всего убедиться, что его частоту никто не использует, затем зафиксировать свою рабочую частоту на кварцевом табло и только затем включить передатчик.

## **4. Радиоуправляемый полёт самолётов.**

Управляя моделью любого типа, необходимо следовать следующим правилам:

4.1. Пилот обязан совершать первый поворот после взлёта в отдалении от других пилотов, зрителей, зоны парковки. Неразрешено летать над зрителями, зонами парковки, командой и зоной подготовки. См. также п. 1.5.

- 4.2. При полете нескольких самолетов одновременно, желательно, чтобы пилоты стояли рядом, параллельно со стартовой линией, на пару метров сзади от стороны стартовой линии, где находятся пилоты (в большинстве случаев это означает и по направлению ветра).
- 4.3. Зона полета самолётов должна располагаться перед пилотами. См. также. 4.2. Самолеты не должны во время полёта попадать в зону за сторону стартовой линии, где находятся пилоты.
- 4.4. Поток полёта всех самолётов должен быть односторонним, то есть траектории полёта самолётов не могут быть в противоположных направлениях.
- 4.5. При наличии на приёмнике радиочастот функции (fail-safe) следует данную функцию использовать. Функцию необходимо настроить таким образом, чтобы при возникновении радиопомех мотор переводился в состояние холостых оборотов. Ни в коем случае канал мотора не должен оставаться в положении режима удержания („hold“). Также необходимо обратить внимание, что (после замены сервопривода) ненастроенный или неправильно настроенный fail-safe – это большой риск для безопасности, так как в зависимости от положения сервопривода он может включить мотор на полные обороты!

## 5. Радиоуправляемый полёт вертолёттов.

Управляя полётом модели вертолётта любого класса необходимо следовать правилам поведения:

- 5.1. Даже правильно собранный вертолётт в какой-то степени вибрирует и поэтому время от времени необходимо проверять крепление винтов. Все металлические резьбовые соединения необходимо при сборке вертолётта соединять, используя специальный резьбовой клей (thread-lock).
- 5.2. Лопасти ротора необходимо отбалансировать! Запрещено использование лопастей из металла или сломанных/отремонтированных. В виде исключения можно ремонтировать небольшие следы от щебня на лопастях и затем заново отбалансировать лопасти.
- 5.3. У больших вертолёттов необходимо всегда использовать приёмник радиочастот с функцией fail-safe. Функцию необходимо настроить таким образом, чтобы при возникновении радиопомех мотор переводился в состояние холостых оборотов. Ни в коем случае канал газа не должен оставаться в положении режима удержания („hold“). Также необходимо обратить внимание, что (после замены сервопривода) ненастроенный или неправильно настроенный режим failsafe – это большой риск для безопасности, так как в зависимости от положения сервопривода он может включить мотор на полные обороты!
- 5.4. При включении вертолётта с мотором внутреннего сгорания необходимо крепко держать голову ротора, во избежание того, чтобы при заводе мотора на полную мощность ротор не начал бы вращаться. Если мотор заведется таким образом, то необходимо одной рукой крепко держать голову ротора, а другой отсоединить топливный шланг от карбюратора мотора.
- 5.5. Если используется рукав приёмника радиочастот, то до закрытия рукава желательно включить режим холостого хода (throttlehold), это даёт дополнительную защиту на случай, если при закрытии рукава случайно будет задет рычаг управления.
- 5.6. Во время полёта вертолётт должен оставаться впереди пилота за воображаемой линией, проходящей через плечи пилота. Судьи, зона подготовки и т.д. всегда должны оставаться позади данной линии.

## 6. Свободный полёт.

Управляя полётом БПЛА любого класса необходимо следовать правилам поведения:

- 6.1. Пилот не имеет права производить старт своей модели, если он не находится по меньшей мере в 45 метрах по ветру от зрителей и парковочной зоны.
- 6.2. Пилот не имеет права производить старт своей модели, если на зоне старта присутствуют посторонние лица кроме пилота, механика и судей.
- 6.3. Обязанностью пилота является избегать возможных искр или возгорания после того, как фитиль выполнил свою работу. Пилот модели несёт личную ответственность за последствия, которые могут возникнуть.

## **Приложение 2. Памятка пилота.**

### **Обеспечение безопасности до полёта:**

1. Убедись, что все детали модели корректно собраны и присоединены: мотор, моторная рама, держатель пропеллера, крылья, стабилизатор, сервоприводы, аккумулятор и приёмник, прочие детали.
2. До включения пульта управления убедись, что право использования данной частоты есть только у тебя, и что у тебя находится отметка данной частоты.
3. Проведи проверку связи. Для этого включи как приёмник, так и передатчик. В состоянии, когда антенна не вытащена, модель должна быть управляема на расстоянии по крайней мере 30 или более шагов. Если заметишь проблемы, то полёт необходимо отложить до выяснения ошибки.
4. До полёта включи как приёмник так и передатчик.
5. Вытащи антенну на полную длину и убедись, что антенна приёмника не повреждена.
6. До полёта следи за направлением старта и приземления других лётчиков и производи взлёт и приземление со своей моделью в том же направлении.
7. Если сила или направление ветра изменились ко времени твоего старта и ли приземления, то обязательно проинформируй других пилотов о процедуре, которую собираешься проводить.
8. До взлёта или приземления ясно проинформируй других пилотов о своих действиях.
9. Никогда не производи старт, приземление или полёт над зрителями или парковочной зоной.
10. После полёта обязательно отнеси обратно обозначение своей частоты, чтобы и другие пилоты смогли начать полёт. Без обозначения частоты включение передатчика на лётной площадке запрещено!!!
11. Не использую частоту разом дольше чем 20 минут, чтобы и другие пилоты смогли провести свои лётные действия.

## **Приложение 3. Памятка зрителя.**

Этикет поведения зрителей на лётной площадке:

1. Полёт моделей – это вид технического спорта и самым главным для него является безопасность.
2. Не выходи на территорию старта или приземления, следи за происходящим с безопасного расстояния.
3. На площадке соревнований лётной деятельностью руководит главный судья, и его указания в сфере безопасности полёта необходимо соблюдать.
4. Не разрешай своим домашним животным бегать без поводка и намордника.
5. Весь возникающий мусор необходимо забирать с лётной площадки с собой и уносить в предназначенные для этого пункты сбора мусора.
6. Обязательно следи за своими детьми, чтобы никто из них не выбежал на зоны старта, приземления и полёта.

7. Нельзя подходить к заводящейся или катящейся модели.
8. Куски работающего разбитого пропеллера самолёта или лопасти вертолётa могут нанести серьёзные повреждения на расстоянии пары десятков метров.
9. Никогда не переступай через модель и не позволяй это делать свои близким. Мимо модели всегда проходят рядом, не зависимо от её размера и формы.
10. Не лови модель во время полёта – она гораздо более хрупкая, чем кажется!
11. Не пытайся сам высвободить модель, запутавшуюся в ветках дерева или кустах – это далеко не простое занятие!
12. Транспортировка модели – это действие, требующее особенных умений, при ветреной погоде модель может вылететь из рук и затем разбиться!

**Беспилотный летательный аппарат (БПЛА)** — летательный аппарат без экипажа на борту, управляемый дистанционно по радиоканалу, автономно с использованием информации с датчиков или же с использованием смешанной схемы управления. Другие названия БПЛА — беспилотное воздушное судно (БВС), дрон, беспилотник.

**Беспилотная авиационная система (БАС)** — комплекс взаимосвязанных элементов, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, средства обеспечения взлета и посадки, средства управления полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов и контроля за полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов.

**Мультикоптер** — общее название для беспилотных летательных аппаратов, у которых количество пропеллеров (несущих винтов) больше, чем 2. Образовано от слов *multi* (несколько) и *copter* (вертолет).

**Квадрокоптер** — беспилотный летательный аппарат с 4 моторами. Русское название «квадрокоптер» — калька с английского *quadcopter*, что переводится как 4-роторный вертолет.

**Гексакоптер** — беспилотный летательный аппарат с 6 пропеллерами, что обычно размещаются по краям коптера. Название произошло от слов *hexa* («гекса», с древнегреческого — «шесть») и *copter*.

**Октокоптер** — беспилотный летательный аппарат с 8 пропеллерами, что обычно размещаются по краям коптера. Название произошло от слов *octo* («окто», с латыни — «восемь») и *copter*. **Коптер** — сокращение от слова *helicopter*, вертолет. Используется либо по прямому назначению, либо как обозначение беспилотного летательного аппарата с *n*-ым количеством несущих винтов.

**Аппаратура управления (радио, радиоаппаратура)** — система дистанционного управления БПЛА по радиоканалу. Состоит из наземного передатчика (пульта) и бортового приёмника.

**Полётный контроллер** — центральная и обязательная часть любого мультикоптера, отвечающая за управление моторами в соответствии с полётным режимом и руководствуясь командами управления.

**Акселерометр** — датчик, способный определить ускорение коптера в направлении всех трёх осей. Его наличие помогает контроллеру выравнять коптер в «горизонт».

**Гироскоп** — датчик, реагирующий на изменение углов ориентации коптера относительно его предыдущего положения в пространстве. Программное обеспечение использует гироскопы, чтобы определить положение платформы в воздухе и дать команду на компенсацию изменения положения от внешних возбудителей.

**Центральная платформа** — основа коптера, база. К ней крепятся все остальные части: лучи, электронные компоненты, дополнительные деки, передатчики и прочее.

**Луч** — вытянутая «рука» коптера, которая отходит от центральной платформы. Именно на лучах крепятся моторы и их регуляторы.

**ВЕС (англ. Battery Eliminator Circuit)** — устройство для обеспечения питанием бортовой аппаратуры (+5 Вольт) постоянным напряжением от аккумуляторов, которые имеют свойство менять это напряжение от зарядки до разрядки.

**ESC** — контроллер скорости бесколлекторного электродвигателя. Другое название — регулятор оборотов.

**Бесколлекторный мотор** — основной тип моторов, использующихся в мультироторных летательных аппаратах. Они обладают выдающимися характеристиками и сроком службы в связи с отсутствием трущихся узлов (щеток), посредством которых передается ток.

**ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ КАРТА ОЦЕНКИ УРОВНЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ**

(входящая, промежуточная, итоговая диагностика) \_\_\_\_\_ учебный год

Название дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы: «Аэро»

№	ФИО обучающегося	Оцениваемые параметры									Сумма баллов	Уровень
		Личностные			Метапредметные			Предметные				
		Интерес к развитию инженерных компетенций	Трудолюбие	Самостоятельность	Изобретательские навыки	Навыки конструирования	Навык проектной деятельности	Навык конструирования в актуальных	Знание основ работы на современном оборудовании	Навык работы с ручным инструментом		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
...												

**Итого в % соотношении:**

Высокий уровень — 22-27 баллов, средний уровень — 16-21 баллов, низкий уровень — 0-15 баллов.



## Параметры оценивания

### Личностные

Параметр	Выраженность	Уровень	Оценка
<b>Интерес к развитию инженерных компетенций</b>	Проявляет постоянный интерес и творческое отношение. Проявляет стойкий интерес к получению новых знаний в области инженерных наук, интересуется историей инженерного дела.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Интересуется основными технологиями промышленного производства; создаёт проекты, связанные с высокими технологиями производства.	<b>Средний</b>	<b>2</b>
	Слабый уровень заинтересованности. Внимание сконцентрировано на сторонней информации.	<b>Низкий</b>	<b>1</b>
<b>Трудолюбие</b>	Проявляет упорство в достижении цели. Старается выполнить задание как можно лучше. Исправляет все свои ошибки. Готов заниматься дополнительно, во внеурочное время.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Проявляет некоторое упорство в достижении цели. Старается выполнить задание хорошо, но не стремится в идеальному результату.	<b>Средний</b>	<b>2</b>
	Не проявляет упорства в достижении цели. Не старается улучшить свои навыки, получить больше знаний. Не стремится к сделать работу как можно лучше.	<b>Низкий</b>	<b>1</b>
<b>Самостоятельность</b>	Самостоятельно производит отбор и анализ информации по изучаемой теме. Может самостоятельно оценить свои возможности. Стремится к качественному выполнению задачи и поиску оптимальных вариантов её решения. Полностью самостоятельное и автономное выполнение всех поставленных задач.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Интерес больше проявляется к новой информации, нежели к способам её практического применения. Частично самостоятельное и автономное выполнение всех поставленных задач. Старается бережно обращается с инструментами и оборудованием	<b>Средний</b>	<b>2</b>
	Отсутствие самостоятельности, не может самостоятельно искать информацию, принимать решения.	<b>Низкий</b>	<b>1</b>

## Метапредметные

Параметр	Выраженность	Уровень	Оценка
<b>Изобретательские навыки</b>	Учащийся любознателен, активен, внимателен, задания выполняет с интересом, в логической последовательности, самостоятельно, не нуждаясь в дополнительных внешних стимулах. Самостоятельно и с интересом разрабатывает технологию изготовления проекта.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Учащийся достаточно любознателен, активен и самостоятелен. При выполнении заданий требуется периодическая внешняя стимуляция со стороны педагога и помощь в разработке технологии изготовления проекта.	<b>Средний</b>	<b>2</b>
	Уровень любознательности, активности, самостоятельности учащихся низкий, не может самостоятельно генерировать идеи и воплощать их.	<b>Низкий</b>	<b>1</b>
<b>Навыки конструирования</b>	Учащийся формулирует цель деятельности, намечает ее план, выбирает адекватные средства, проверяет результат, самостоятельно обнаруживает ошибки. Выполняет задания с высокой точностью. Справляется с самыми сложными технологическими задачами. Реализует сложные проекты, требующие комплексного применения различных технологических устройств.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Учащийся формулирует цель деятельности, намечает план, выбирает адекватные средства, проверяет результат, однако в процессе деятельности часто отвлекается, трудности преодолевает только при непосредственной поддержке педагога. Выполняет задания с незначительной погрешностью. Решает технологические задачи среднего уровня сложности.	<b>Средний</b>	<b>2</b>
	Деятельность хаотична. Отсутствует желание сосредоточиться на совершаемой деятельности. Справляется лишь с самыми простыми технологическими задачами.	<b>Низкий</b>	<b>1</b>
<b>Навык проектной деятельности</b> (коммуникативная сфера)	Проявляет эмоционально позитивное отношение к процессу сотрудничества; ориентируется на партнера, умеет слушать, совместно планировать и распределять функции в ходе выполнения задания. Склонен к взаимопомощи.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Способен к сотрудничеству, но не всегда хочет (умеет) аргументировать свою позицию и выслушать партнера.	<b>Средний</b>	<b>2</b>

	Совместная деятельность дается с трудом	<b>Низкий</b>	<b>1</b>
--	---	---------------	----------

**Предметные**

<b>Параметр</b>	<b>Выраженность</b>	<b>Уровень</b>	<b>Оценка</b>
<b>Навык конструирования и прототипирования</b>	Самостоятельно выбирает комплекс программ для работы. Отлично знает теоретические аспекты деятельности по двух- и трёхмерному моделированию. Умеет решать сложные задачи по двух и трёхмерному моделированию. Знает большинство технологий прототипирования и моделирования, а также программное обеспечение, с помощью которого оно осуществляется.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Самостоятельно выбирает комплекс программ для работы. Хорошо знает теоретические аспекты деятельности по двух- и трёхмерному моделированию. Умеет решать сложные задачи по двух и трёхмерному моделированию. Знает основные технологии прототипирования и моделирования, а также программное обеспечение, с помощью которого оно осуществляется.	<b>Средний</b>	<b>2</b>
	Низкие знания в области двух- и трёхмерного моделирования. Степень самостоятельности при решении задач по моделированию –низкая. Слабо знает основные технологии прототипирования и моделирования, а также программное обеспечение, с помощью которого оно осуществляется.	<b>Низкий</b>	<b>1</b>
<b>Знание основ работы на современном оборудовании</b>	Знания о развитии высокотехнологичных средств производства достаточно обширны и точны. Знание специальной терминологии хорошее. Знает основные термины, многие второстепенные, правильно их употребляет. Знает большинство основных узлов применяемого оборудования. Умеет применять на практике имеющиеся знания и успешно решает задания, связанные с настройкой оборудования. Обширные знания о сферах применения применяемого средства автоматизации.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Знания о развитии высокотехнологичных средств производства не систематизированы, хаотичны, частично ошибочные. Понимает основные термины. Знает основные узлы высокотехнологичного оборудования. Имеет представление о сферах применения применяемого оборудования. Навык настройки применяемого оборудования.	<b>Средний</b>	<b>2</b>
	Знания о развитии высокотехнологичных средств производства отсутствуют или слабо выражены. Знание специальной терминологии отсутствует или слабо	<b>Низкий</b>	<b>1</b>

	выражено. Слабо знает узлы высокотехнологичного оборудования. Настройка оборудования без посторонней помощи затруднена.		
<b>Навык проектной деятельности</b> (предметная сфера)	Самостоятельно выбирает область техники, в которой будет реализован проект, а также формулирует его название. Отлично знает теоретические аспекты проектной деятельности и способы реализации проекта.	<b>Высокий</b>	<b>3</b>
	Качественно выполняет проект, который был предложен педагогом. Хорошо знает теоретические аспекты проектной деятельности и способы реализации проекта.	<b>Средний</b>	<b>2</b>
	Низкий уровень знаний в области проектной деятельности. Степень самостоятельности при реализации проекта – низкая.	<b>Низкий</b>	<b>1</b>