

Управление образования администрации города Ульяновска  
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение города Ульяновска  
«Губернаторский инженерный лицей №102»

Принята  
на заседании педагогического совета  
протокол № 9 от 24.05.2024г.

Утверждаю:  
Директор лицея

\_\_\_\_\_ Ю.В. Пудова  
Приказ № 412 от 24.05.2024 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**«Беспилотные авиационные системы»**

**Техническая направленность**

Уровень программы: базовый  
Форма реализации программы: очная  
Срок реализации: 1 год  
Объём программы: 72 часа  
Возраст обучающихся: 14-17 лет

Ульяновск, 2024г.

## Содержание

<b>1. Комплекс основных характеристик программы</b>	<b>3</b>
1.1. Пояснительная записка	3
1.2. Цели и задачи	6
1.3. Планируемые результаты	7
1.4. Учебно-тематический план	8
1.5. Содержание учебно-тематического плана	10
<b>2. Комплекс организационно-педагогических условий</b>	<b>13</b>
2.1. Календарный учебный график	13
2.2. Формы аттестации	16
2.3. Оценочные материалы	16
2.4. Методическое обеспечение программы	17
2.5. Условие реализации программы	18
2.6. Воспитательный компонент	29
<b>3. Список литературы</b>	<b>32</b>
Приложения	

## 1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

### 1.1. Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Беспилотные авиационные системы» (далее – Программа) реализуется в рамках регионального проекта, обеспечивающего достижение показателей и мероприятий (результатов) федерального проекта, входящего в состав национального проекта «Стимулирование спроса на отечественные беспилотные авиационные системы (Ульяновская область)» на территории Ульяновской области от 04.03.2024 № 020-2024-У4006-1.

#### **Нормативно-правовое обеспечение программы:**

федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ст. 2, ст. 15, ст.16, ст.17, ст.75, ст. 79);

распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей и признании утратившим силу Распоряжения Правительства РФ от 04.09.2014 № 1726-р» (вместе с «Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года»);

приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ»;

постановление главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

устав муниципального бюджетного образовательного учреждения города Ульяновска «Губернаторский инженерный лицей №102» (далее - МБОУ «Губернаторский инженерной лицей №102»);

положение о структуре, порядке разработки и утверждения дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ МБОУ «Губернаторский инженерной лицей №102»;

положение о проведении промежуточной и итоговой аттестации обучающихся МБОУ «Губернаторский инженерной лицей №102».

приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;

методические рекомендации от 20.03.2020 № б/н по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий;

методические рекомендации, утвержденные Первым заместителем Министра просвещения Российской Федерации от 15.02.2024 № АЗ-23/05вн «О создании и оснащении специализированных классов(кружков) на базе общеобразовательных организаций и центров практической подготовки на базе образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования, в целях реализации образовательных процессов в сфере разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем»;

распоряжением Министерства просвещения и воспитания Ульяновской области от 12.07.2023 года № 1397-р «О проведении независимой оценки качества дополнительных общеразвивающих программ».

**Направленность (профиль) программы:** техническая. Программа направлена на получение и применение новых знаний для решения технологических, инженерных проблем, нацелена на создание условий для индивидуальной и групповой практической, проектной и исследовательской деятельности, формирование и развитие у детей способностей к восприятию технической информации и овладению техническими профессиями.

#### **Актуальность Программы.**

В последние годы значительно возросла популярность малых беспилотных воздушных судов (далее – БВС) с дистанционным управлением и, в частности, мультикоптеров. В современном мире БВС широко используются для выполнения серьезных задач: фото- и видеосъемки, доставки небольших грузов, наблюдения и мониторинга различных объектов, процессов и явлений (в том числе наблюдения за труднодоступными объектами) и т.д. Технологии, лежащие в основе мультикоптеров, развиваются очень быстро и предполагают разработку современных аккумуляторов, навигационного оборудования, бортовых компьютеров.

БВС, как отдельная динамично развивающаяся отрасль, требует участия квалифицированных и увлеченных специалистов. В связи с этим актуальной задачей является подготовка специалистов в соответствии с профессиональными требованиями отрасли. При этом требуется постоянная актуализация знаний, приобретение новых компетенций, формирование нового типа мышления. В этом смысле важную роль играет процесс изучения базовых основ существующих технологий еще в школьном возрасте, с ориентиром на самые перспективные способы и материалы.

**Новизна программы** заключается в гармоничном сочетании использования различных инструментов развития у обучающихся как soft-компетенций (применяются такие методы, как игропрактика, командная работа, соревнования) так и основных - hard-компетенций, что позволит сформировать у обучающихся целостную систему знаний, умений и навыков, которые позволят им понять основы устройства БВС, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БВС.

#### **Отличительные особенности программы.**

Программа интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Программа разделена на разделы, в ходе которых обучающиеся проверяют полученные теоретические знания на практике и могут тут же получить ожидаемый результат. Такой метод позволяет поддерживать интерес и стремиться к новым знаниям. Все это достигается, в значительной степени, благодаря современному техническому оснащению программы.

Таким образом, **отличительными особенностями программы являются:**

- интегрированное обучение по темам;
- применение научно-технических знаний в реальной жизни;
- развитие навыков творческого мышления и создания уникальных проектов;
- развитие интереса к техническим дисциплинам через работу с БВС;
- применение метода ситуационного обучения и решения кейсов;
- нацеленность программы на профессиональную ориентацию и профессиональное самоопределение обучающихся.

**Педагогическая целесообразность** программы в том, что она направлена на развитие у ребенка интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяет кругозор и образованность школьника. Содержание программы направлено на профессиональную ориентацию обучающихся и мотивацию для возможного продолжения обучения в профессиональных образовательных организациях и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с и авиастроительством.

#### **Адресат Программы.**

Обучающиеся в возрасте от 14 до 17 лет.

Этот возраст называют подростковым. Это наиболее сложный, критический период. Главная особенность подросткового периода – резкие, качественные изменения, затрагивающие все стороны развития личности: стремление к общению со сверстниками и появление в поведении признаков, свидетельствующих о желании утвердить свою самостоятельность, независимость, личную автономию. Несмотря на это, этот возраст – самый благоприятный для творческого и профессионального развития. Он является наиболее интересным в процессе становления и развития личности. Именно в этот период молодой человек входит в противоречивую, часто плохо понимаемую жизнь взрослых, он как бы стоит на ее пороге, и именно от того, какие на данном этапе он приобретет навыки и умения, какими будут его социальные знания, зависят его дальнейшие шаги.

Выбор данной возрастной категории для освоения программы обуславливается психологическими особенностями детей в восприятии материала, мотивации к учебной деятельности, коммуникативной и аналитической деятельности, формированию мировоззрения.

**Уровень освоения программы:** базовый, т.к. Программа предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающихся в области технического творчества, расширение его информированности, овладение профессиональной терминологией, навыками и умениями в области проектирования, изготовления

и программирования беспилотных авиационных систем. В процессе освоения Программы обучающиеся решают кейс-задачи по сборке беспилотных воздушных судов с различным назначением, итоговой аттестация проходит в форме защиты выполненного проекта.

**Объём программы:** 72 учебных часа.

**Срок освоения:** 1 учебный год.

**Состав группы и режим занятий.**

Состав группы является постоянным. Наполняемость группы в соответствии с санитарными правилами, в зависимости от наличия необходимого оборудования формируется в количестве 12-15 человек.

**Режим занятий:**

Режим занятий определяется в соответствии с нормами санитарных правил: либо 1 раз в неделю по 2 академических часа с 10 минутным перерывом. Продолжительность одного академического часа – 45 минут, при электронном обучении или обучении с применением дистанционных технологий – 30 минут.

**Формы обучения и виды занятий.**

Занятия по программе проводятся в разновозрастных группах и включают теоретические и практические занятия. Раскрытие теоретических основ курса осуществляется в форме лекций, мастер-классов, проводимых педагогом. Практическая часть программы предусматривает групповую работу над учебным кейсом и индивидуальную работу обучающихся по индивидуальным заданиям с последующим представлением и анализом результатов работы на занятии. Основные виды практического занятия: учебно-исследовательская деятельность, выполнение тренировочных заданий, творческая практическая работа. Индивидуальные занятия возможны для ведения обучающимися самостоятельной исследовательской работы в выбранном направлении.

## 1.2. Цель и задачи

**Цель программы** – создание условий для развития познавательного интереса и творческих способностей обучающихся в области беспилотных авиационных систем средствами проектно-исследовательской деятельности.

**Задачи:**

**Образовательные:**

получить общие представления о науках, занимающихся изучением физических процессов в летательных аппаратах;

обучить знаниям основ устройства автономно летающих роботов,

освоить основы работы с микроконтроллерами и датчиками;

изучить основы программирования БВС;

освоить базовые навыки пилотирования БВС;

сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования беспилотников.

**Развивающие:**

развивать вариативное и образное мышление, умение творчески подходить к решению поставленной задачи;

развивать у обучающихся навыки технического конструирования;  
развивать навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;

формировать умение видеть проблемы, формулировать задачи, искать пути их решения;

формировать навыки работы с информацией: подбирать источники, анализировать, строить логические рассуждения, умозаключения, в том числе развивать умение читать информацию в знаковом виде: таблицы, диаграммы, графики и т.д.

формировать основы технического мышления.

#### **Воспитательные:**

формировать и поддерживать познавательный интерес, ответственное отношение к обучению, готовность к саморазвитию;

воспитывать социальные навыки, общую коммуникативную культуру, уважение к другому мнению;

воспитывать умение работать в команде; чувство коллективизма, взаимовыручку, взаимоподдержку;

формировать и поддерживать адекватную самооценку;

воспитывать личность с активной жизненной и гражданской позицией, патриотизм, уважение к достижениям российской науки.

### **1.3. Планируемые результаты освоения**

#### **Метапредметные результаты освоения программы:**

владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления задуманного;

умение строить обобщения, устанавливать аналоги, классифицировать, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;

сформированы навыки самостоятельной организации учебной деятельности, что включает в себя умения чётко воспринимать задачи, ставить цели и планировать личную учебную деятельность, оценивать собственный вклад в деятельность группы, проводить самооценку уровня личных учебных достижений;

сформированы навыки работы с информацией: поиск и отбора источников информации в соответствии с учебной задачей, а также понимание информации, представленной в различной знаковой форме – в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков и др.;

развиты коммуникативные умения, овладение опытом межличностной коммуникации, корректное ведение диалога и участие в дискуссии, а также участие в работе группы в соответствии с обозначенной ролью.

#### **Личностные:**

формирование ответственного отношения к учению, готовности и способности обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе

мотивации к обучению и познанию;

формирование мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики;

формирование личности с активной жизненной позицией, развитие осознанного и ответственного отношения к собственным поступкам;

формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности.

#### **Предметные результаты:**

знать основы физических процессов, на которых строится разработка БВС;

знать основной инструментарий при работе с БВС, 3D-принтером и уметь правильно выбирать программное обеспечение для решения конкретных задач;

сформированы представления о взаимодействии между человеком и техникой, как важнейшем элементе культурного опыта человечества;

сформированы элементарные исследовательские умения;

применение полученных знаний и умений для решения практических задач в повседневной жизни;

сформированы навыки владения инструментами в процессе изготовления беспилотных транспортных средств.

### **1.4. Учебно-тематический план**

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации
		Теория	Практика	Всего часов	
<b>1</b>	<b>Введение в БВС</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	
1.1.	Инструктаж по технике безопасности. Проведение входящей диагностики	2		2	Устный опрос
1.2.	Введение в историю БВС. Типы БВС	2		2	Викторина
1.3.	Теоретические основы БВС	2		2	Устный опрос
<b>2.</b>	<b>Сборка беспилотных авиационных систем</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	
2.1.	Знакомство с оборудованием. Особенности сборки	2		2	Практическая работа, устный опрос
2.2.	Сборка БВС мультироторного типа (квадрокоптер)		8	8	Практическая работа, устный опрос
<b>3.</b>	<b>Пилотирование</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	



3.1.	Изучение способов управления БВС, радиоаппаратура	2		2	Практическая работа, устный опрос
3.2.	Выполнение упражнений по пилотированию квадрокоптера на симуляторе		4	4	Практическая работа, устный опрос
3.3.	Выполнение упражнений по управлению квадрокоптером		4	4	Практическая работа, устный опрос, зачёт
<b>4.</b>	<b>Программирование</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	
4.1.	Основы программирования БВС	2		2	Практическая работа, устный опрос
4.2.	Основные алгоритмы программирования БВС		2	2	Практическая работа, устный опрос
4.3.	Создание автономных программ		4	4	Практическая работа, устный опрос
4.4.	Отработка программ в системе позирования в помещении		4	4	Практическая работа, устный опрос
<b>5.</b>	<b>Ремонт БВС</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	
5.1.	Работа с 3Д-принтером	2	2	4	Практическая работа, устный опрос
5.2.	Типичные поломки БВС и алгоритмы устранения		2	2	Практическая работа, устный опрос
5.2	Электромонтажные работы		4	4	Практическая работа, устный опрос
<b>6.</b>	<b>Решение кейс-задач</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	
6.1.	Обсуждение кейс-заданий	2		2	Практическая работа, устный опрос
6.2.	Работа над кейс-заданиями		4	4	Практическая работа, устный опрос
6.3.	Демонстрационные полеты		2	2	Практическая работа, устный опрос
6.4.	Решение кейс-задач в рамках разработанного проекта		4	4	Практическая работа, устный опрос
<b>7.</b>	<b>Соревнования БВС</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	

7.1.	Правила проведения соревнований. Индивидуальное и командное участие	2		2	Практическая работа, устный опрос
7.2.	Подготовка БВС к соревнованию и обслуживание во время соревнований		2	2	Практическая работа, устный опрос
7.3.	Участие в соревнованиях		4	4	Соревнования
<b>8.</b>	<b>Итоговый контроль</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	Защита проекта
	<b>ИТОГО:</b>	<b>17</b>	<b>55</b>	<b>72</b>	

### 1.5. Содержание учебно-тематического плана

#### Раздел 1. Введение в БВС.

##### *Теория:*

Основы правил техники безопасности и охраны труда при работе с БВС и оборудованием, используемым на занятиях. Определение уровня подготовки обучающихся к освоению Программы. Принципы проектирования и строения мультикоптеров. Типы беспилотных летательных аппаратов. История развития квадрокоптеров. Основы электричества. Детали и узлы квадрокоптера: аккумулятор, бесколлекторные двигатели, полетный контроллер, приемник, регулятор скорости, винты.

##### *Практика:*

Командная игра «Знакомство». Анкетирование обучающихся. Подведение итогов. Проверка знаний по изученному разделу. Тест. Викторина.

*Форма контроля* устный опрос, викторина.

#### Раздел 2. Сборка беспилотных авиационных систем

##### *Теория:*

Понятие техники, механизма, сборочной единицы. Разъемные и неразъемные соединения. Правила и приемы монтажа изделий из наборов квадрокоптера. Техника безопасности при работе с квадрокоптерами. Аэродинамика.

##### *Практика:*

Сборка корпуса квадрокоптера. Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей. Проверка направления вращения. Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем. Подключение полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Установка пропеллеров. Настройка функций удержания высоты и курса. Подключение пульта управления к приемнику. Подключение одного пульта управления к нескольким квадрокоптерам одновременно. Настройка пульта управления через сенсорную панель. Выполнение электромонтажных работ при сборке БВС.

*Форма контроля* практическая работа, устный опрос.

### **Раздел 3. Пилотирование**

*Теория:*

Виртуальный симулятор. Интерфейс. Основы работы в программе. Анализ полетов и ошибок пилотирования. Техническое обслуживание квадрокоптера. Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Предполетные процедуры.

*Практика:*

Управление квадрокоптером в виртуальном симуляторе. Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления. Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульту управления. Взлет на малую высоту. Зависание. Удержание заданной высоты в ручном режиме. Полет на малой высоте по траектории. Полет с использованием функций удержания высоты и курса. Прохождение чек-листа по подготовке. Висение. Полёт в зоне пилотажа. Вперед-назад, влево-вправо. Посадка. Полёт по кругу хвостом к себе. Висение боком к себе. Полет взад-вперед и влево-вправо боком к себе. Полёт боком к себе влево-вправо по одной линии с разворотом. Полёт лицом к себе. Висение. Вперед-назад, влево-вправо лицом к себе. Полёт по кругу носом вперед. Восьмёрка носом вперёд. Викторина «Крестики-нолики». Подведение итогов. Проверка знаний по изученной теме. Тест. Решение кейса.

*Форма контроля* практическая работа, устный опрос, зачет.

### **Раздел 4. Программирование**

*Теория:*

Введение в программирование. Понятие программирования. Основы работы за компьютером. Языки программирования и их классификации. Обзор языков программирования высокого уровня и программной среды. Скриптовый язык программирования. Синтаксис. Теоретические основы системы позиционирования.

*Практика:*

Создание программ. Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ). Компиляция. Создание первых программ. Взлет. Полет в точку. Мигание светодиодов. Создание программы «Движение по квадрату». Создание программы «Полет по траектории». Монтаж ультразвуковых датчиков. Радиомодуль. Первый запуск автономной программы. Полет с граничными условиями. Подведение итогов. Проверка знаний по изученной теме.

*Форма контроля* практическая работа, устный опрос.

### **Раздел 5. Ремонт БВС**

*Теория:*

Введение в работу с 3Д-принтером. Техника безопасности при работе с 3Д-принтером. Создание 3Д-модели: программирование 3Д-принтера. Основы проведения электромонтажных работ при ремонте различных БВС.

*Практика:*

Изготовление винтов и отдельных элементов квадрокоптеров. Работа с электромонтажным инструментом при замене компонентов БВС мультироторного типа (квадрокоптер). Проверка качества выполненного неразъемного паяного соединения. Изоляция электро-элементов БВС различными методами.

*Форма контроля* практическая работа, устный опрос.

**Раздел 6. Решение кейс-задач***Теория:*

Основы проектной деятельности. Основы работы в команде: правила обсуждения, распределение ролей, организация взаимодействия между членами команды. Кейс-задание: постановка задачи, сроки реализации, контроль и анализ выполненной работы. Правила презентации проекта.

*Практика:*

Образование команд. Работа над проектом. Защита проекта. Демонстрация выполненного задания – полеты квадрокоптера с выполнением заданных элементов.

*Форма контроля* практическая работа, устный опрос.

**Раздел 7. Соревнования БВС***Теория:*

Изучение положений о соревнованиях: правила проведения и критерии оценки. Анализ выступления на соревнованиях.

*Практика:*

Подготовка и участие в соревнованиях.

*Форма контроля* практическая работа, устный опрос, соревнование, защита проекта

## 2. Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1. Календарный учебный график

Место проведения:

Время проведения занятий:

№ п/п	Месяц	Число	Тема занятий	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
	<b>сентябрь</b>		<b>Раздел 1. Введение в БВС</b>			
			Инструктаж по технике безопасности. Проведение входящей диагностики	2	комбинированное	устный опрос
			Введение в историю БВС. Типы БВС	2	комбинированное	викторина
			Теоретические основы БВС	2	комбинированное	устный опрос
	<b>октябрь</b>		<b>Раздел 2. Сборка беспилотных авиационных систем</b>			
			Знакомство с оборудованием. Обзор Программы	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос.
			Особенности сборки БВС различных видов: беспилотная авиационная система (далее – БАС) мультироторного типа с вариативными целевыми нагрузками; БАС самолетного типа с вариативными целевыми нагрузками; БАС самолетного типа с двигателем внутреннего сгорания;	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
			Особенности сборки БВС различных видов: беспилотная авиационная система (далее – БАС) мультироторного типа с вариативными целевыми нагрузками; БАС самолетного типа с вариативными целевыми нагрузками; БАС самолетного типа с двигателем внутреннего сгорания;	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
			Особенности сборки БВС различных видов: я; видеокоптер для мониторинга и тепловизионной съемки в режиме реального времени; спортивный квадрокоптер	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
	<b>ноябрь</b>		Особенности сборки БВС различных видов: я; видеокоптер для мониторинга и тепловизионной съемки в режиме реального времени; спортивный квадрокоптер	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
			<b>Раздел 3. Пилотирование</b>			

		Изучение способов управления БВС.	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Выполнение упражнений по пилотированию квадрокоптера	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Выполнение упражнений по пилотированию квадрокоптера	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
	декабрь	Выполнение упражнений по управлению квадрокоптером	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Промежуточная аттестация	2	комбинированное	зачет
<b>Раздел 4. Программирование</b>					
		Основы программирования БВС	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Основные алгоритмы программирования БВС	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Создание автономных программ	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
	январь	Создание автономных программ	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Отработка программ в системе позирования в помещении	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Отработка программ в системе позирования в помещении	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
<b>Раздел 5. Ремонт БВС</b>					
		Работа с 3Д-принтером.	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
	февраль	Работа с 3Д-принтером.	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Типичные поломки БВС и алгоритмы устранения	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос ,зачет
		Электромонтажные работы	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
		Электромонтажные работы	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
<b>Раздел 6. Выполнение групповых проектов</b>					
	март	Обсуждение кейс-заданий для самостоятельной работы. Работа над проектом	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос

		Работа над проектом	2	Практическое	Практическая работа. Устный опрос
		Работа над проектом	2	Практическое	Практическая работа. Устный опрос
		Защита проекта, демонстрационные полеты	2	Практическое	Практическая работа. Устный опрос
	апрель	Решение кейс-задач в рамках разработанного проекта	2	Практическое	Практическая работа. Устный опрос ,тест
		Решение кейс-задач в рамках разработанного проекта	2	Практическое	Практическая работа. Устный опрос
		<b>Раздел 7. Соревнования БВС</b>			
		Правила проведения соревнований. Индивидуальное и командное участие. Подготовка БВС к соревнованию и обслуживание во время соревнований	2	Практическое	Практическая работа. Устный опрос
		Подготовка БВС к соревнованию и обслуживание во время соревнований	2	комбинированное	Практическая работа. Устный опрос
	май	Участие в соревнованиях	2	Практическое	соревнование
		Участие в соревнованиях	2	Практическое	соревнование
		<b>Итоговый контроль</b>	2	Практическое	Защита проекта
		<b>Итоговый контроль</b>	2	Практическое	Защита проекта
		<b>Итого</b>	<b>72</b>		

## 2.2. Формы аттестации

Процесс обучения по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе предусматривает следующие формы контроля:

**1. Входная диагностика** проводится перед началом обучения и предназначена для выявления уровня подготовленности детей к усвоению программы: определения уровня имеющихся знаний, умений, а так же стремлений и наклонностей детей. Проходит в форме анкетирования и собеседования.

**2. Промежуточная аттестация** проводится по завершении полугодия, с целью отслеживания результатов обучающихся в форме зачёта. Зачёт включает в себя проверку теоретических знаний - тест) и практических умений (выполнение практических заданий)

**3. Итоговая аттестация** проводится после завершения всей учебной программы в форме защиты проекта. При результативном участии в соревнованиях регионального и всероссийского уровней, обучающийся может быть освобождён от итоговой аттестации.

Для отслеживания результативности реализации образовательной программы возможно использование систем мониторингового сопровождения образовательного процесса, определяющие основные формируемые у детей посредством реализации программы компетентностей: предметных, социальных и коммуникативных.

**4. Текущий контроль** осуществляется на каждом занятии в форме выполнения практических работ и устного опроса.

## 2.3. Оценочные материалы

Общая оценка усвоения обучающимися Программы складывается из двух частей: теоретической и практической.

**Теоретическая часть:** оценивается выполнением теста (Приложение 2)

**Практическая часть:** выполнение практических заданий, защита проекта

Оценка практической части: созданный проект оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки	Баллы
Оформление	1
Оригинальность	2
Сложность	2
Самостоятельность	2
100% завершенность проекта	1

-высокий уровень: от 6 до 8 баллов

-средний уровень: от 4 до 5 баллов

-низкий уровень: от 0 до 3 баллов.

Критерии оценки уровня **теоретической подготовки** обучающихся:



- высокий уровень – обучающийся освоил практически весь объём знаний (75% - 100%), предусмотренных программой за конкретный период, употребляет профессиональные термины осознанно и в полном соответствии с их содержанием;
- средний уровень – у обучающегося объём усвоенных знаний составляет от 50% до 74%; обучающийся сочетает профессиональную терминологию с бытовой;
- низкий уровень – обучающийся овладел менее чем 50% объёма знаний, предусмотренных дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программой, избегает употреблять профессиональные термины.

Критерии оценки уровня **практической подготовки** обучающихся:

- высокий уровень – обучающийся овладел умениями, предусмотренными программой за конкретный период, на уровень 75%-100%, работает с профессиональным оборудованием самостоятельно, не испытывает особых трудностей, использует творческий подход при выполнении практических заданий;
- средний уровень – объём усвоенных умений обучающегося составляет от 50% до 74%; обучающийся работает с оборудованием при помощи педагога, выполняет практические задания на основе образца;
- низкий уровень – обучающийся овладел менее чем 50% умений, предусмотренных дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программой, испытывает серьёзные затруднения при работе с оборудованием, в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания.

## 2.4. Методические обеспечение программы

Методическое обеспечение Программы включает в себя:  
 дидактические принципы и методы;  
 техническое оснащение;  
 организационные формы работы.

К работе обучающиеся приступают после проведения соответствующего инструктажа по правилам техники безопасной работы, объявления темы занятия, плана работы. Новую тему педагог объясняет с применением технологий мультимедиа.

Методика реализации Программы предполагает:

увлекательность подачи и доступность восприятия обучающимися теоретического материала, находящегося в непосредственной связи с выполнением практического задания, способствует наиболее эффективному усвоению программы;

комфортность творческой атмосферы на всех занятиях – необходимое условие для возникновения отношений сотрудничества между педагогом и обучающимся при решении общих задач и, в частности, выступлениях на соревнованиях;

реализацию творческого потенциала, самореализацию обучающихся – для этого необходимо, чтобы с первых же занятий педагог формировал ощущение психологического комфорта.

### **Методические материалы:**

Для организации занятия в образовательном процессе используются:

словесный метод (устное изложение, опрос и др.);

наглядный метод (показ видеоматериалов, иллюстраций, работа по образцу и др.);

практический метод (решение поставленных задач, практические работы и др.).

Для диагностики успешности освоения учебной программы используются:

метод наблюдения;

метод анализа продуктов образовательной деятельности обучающегося.

Для обеспечения наглядности и доступности изучаемого материала педагог может использовать наглядные пособия следующих видов:

схематический или символический (таблицы, схемы, рисунки, графики, диаграммы);

картинный (иллюстрации, слайды, фотоматериалы и др.);

дидактические пособия (раздаточный материал, вопросы и задания для устного или письменного опроса, тесты, практические задания, упражнения);

учебные и методические пособия (учебники, учебно-методические пособия, пособия для самостоятельной работы, сборники упражнений и др.).

Обучение по Программе строится на следующих принципах:

принцип систематичности и последовательности, требующий логической последовательности в изложении материала и освоении навыков;

принцип доступности, заключающийся в необходимой простоте изложения материала в соответствии с возрастом обучающихся;

принцип преодоления трудностей, предусматривающий, что обучающее задание должно быть ориентировано на зоны ближайшего развития обучающихся;

принцип сознательности и активности, основанный на свободном выборе ребенка направления своей работы.

## **2.5. Условия реализации Программы**

### **Кадровое обеспечение программы**

Реализацию Программы осуществляет педагог дополнительного образования, имеющий высшее образование, курсы повышения квалификации / переподготовки по организации образовательного процесса с обучающимися с использованием БВС, таких как «Практическая подготовка педагогических работников в сфере разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем».

Для проведения занятий используется помещение(я), соответствующий типовым требованиям к техническому обеспечению специализированных классов (кружков).

Для проведения занятий используются помещения, соответствующие типовым требованиям к техническому обеспечению специализированных классов (кружков) реализующие ДООП.

### Типовые требования к зонированию и техническому обеспечению специализированных классов (кружков)

№ п/п	Зонирование	Технические требования
1.	Помещения для проведения аудиторных и практических занятий	1. Вентилируемое помещение общей площадью на менее 100-120 м <sup>2</sup> 2. Проводной интернет, со скоростью не менее 100 Мбит/с
1.1.	Рабочая зона со столами, оборудованная персональными компьютерами	1. Площадь рабочего места на одного учащегося не менее 6 м <sup>2</sup> 2. Электричество на каждое рабочее место – 220 Вольт (не менее 2 кВт) 3. Проводной интернет, со скоростью не менее 100 Мбит/с
1.2.	Ремонтная станция и 3Д-печати	1. Площадь не менее 10 м <sup>2</sup> 2. Электричество – 220 Вольт (не менее 2 кВт) 3. Проводной интернет, скоростью не менее 100Мбит/с
1.3.	Рабочее место преподавателя	1. Площадь не менее 6 м <sup>2</sup> 2. Электричество – 220 Вольт (не менее 2 кВт) 3. Проводной интернет, скоростью не менее 100Мбит/с
1.4.	Малая полетная зона	1. Каркасно-сетчатый куб 3х3х3 м с демпфирующим покрытием/Частично огороженное сеткой пространство 9-30 м <sup>2</sup> с демпфирующим покрытием
2.	Основная полетная зона	1. Общая площадь 100-300 м <sup>2</sup> с демпфирующим покрытием. Высота потолка на менее 3-4 м. Между полетной зоной и проходом – барьерная зона не менее 1 м

### Материально-техническое обеспечение программы

№ п/п	Наименование	Краткие (рамочные) технические характеристики	Кол ичес тво	Единица измерения
<b>1. Общая зона</b>				
1.1.	Стеллаж	(ШхГхВ) не менее 2000х500х1400 мм, не менее 3-х полок, металлический	2	шт.

1.2.	Лестница стремянка –	Рабочая высота, не менее 1,5 метра	2	шт.
1.3.	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 5000 мм	2	шт.
1.4.	Интерактивная панель	Диагональ не менее 65", разрешение не менее 3840x2160 (4K UHD), яркость не менее 350 кд/кв.м, контрастность не менее 1200:1 Lm	1	шт.
<b>2. Малая полетная зона</b>				
2.1.	Малая полетная зона для тестовых полетов в защищенном пространстве	Сетчатый куб не менее чем 3x3x3м или частично огороженное сеткой пространство не менее 9-30 м <sup>2</sup> с демпфирующим покрытием	1	шт.
2.2.	Амортизирующие маты на пол малой полётной зоны	Набор матов для смягчения удара при падении коптеров. Количество матов в наборе должно соответствовать размерам малой полетной зоны. Маты должны быть с матовым антибликовым покрытием	1	шт.
2.3.	Система ультразвуковой навигации в помещении совместимая с БВС	Стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.); комплект проводов для соединения излучателей; крепление излучателей на стену. Точность позиционирования – отклонение не более 2 см абсолютная, не более 1-3% от расстояния между маяками – относительная. • Питание: АКБ литий-полимерная емкость не менее 1000 мАч.	1	шт.
<b>3. Основная полетная зона</b>				
3.1.	Основная полетная зона	Общая площадь не менее 100-300 м <sup>2</sup> , ограждение защитной сеткой (потолок, периметр, крепление нижнего края)	1	шт.
3.2.	Комплект трассы для полетов	Не менее 20 позиций с набором: ворота, кольцо, световой маркер, считывающий модуль, передатчик, блок питания для элементов: в соответствии с кол-во световых ворот, световых колец, световых маркеров, агисо-метока, взлетно-посадочные площадки флаг, система засечки.	1	шт.
3.3.	Амортизирующие маты на пол основной полётной зоны	Набор матов для смягчения удара при падении коптеров. Количество матов в наборе должно соответствовать размерам основной полетной зоны. Маты должны быть с матовым антибликовым покрытием	1	шт.
3.4.	Система ультразвуковой навигации в помещении совместимая с БВС	Стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.); комплект проводов для соединения излучателей; крепление излучателей на стену. Точность позиционирования –	1	шт.

		отклонение не более 2 см абсолютная, не более 1-3% от расстояния между маяками – относительная. Питание: АКБ литий-полимерная емкость не менее 1000 мАч.		
<b>4. Ремонтная станция и зона 3D-печати</b>				
4.1.	Стол рабочий монтажника радиоаппаратуры	(ШхГхВ) не менее 1200x700x805 мм	2	шт.
4.2.	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья, без подлокотников	4	шт.
4.3.	Стол компьютерный	(ШхГхВ) не менее 1300 x 740 x 730 мм	2	шт.
4.4.	3D принтер	область печати не менее 200×200×210 мм; толщина слоя не менее 0,01 мм и не более 0,5 мм; тип корпуса - закрытый; Габариты: не менее 300x300x350 мм. Масса не более 30 кг. Максимальная мощность не более 500 Вт	2	шт.
4.5.	Программное обеспечение для создания 3D моделей	Программное обеспечение для создания трехмерных моделей.	2	шт.
4.6.	Программа для печати 3D принтера	Программное обеспечение для отправки их на печать на 3D принтер. Программное обеспечение должно быть совместимо скупаемым 3D-принтером	2	шт.
4.7.	Паяльная станция с феном	Напряжение на входе: не менее 220 В ~ 50 Гц. Потребляемая мощность: не более 750 Вт. Диапазон настройки температуры паяльника: не менее 50°C и не более 600°C. Диапазон настройки температуры термофена: не менее 100°C и не более 600°C Объем воздушного потока: не более 150 л/мин.	2	шт.
4.8.	Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный	Напряжение и мощность: не менее 220-240В, 50 Гц. Потребляемая мощность: не менее 10 Вт. Производительность: не менее 0.1 м3/мин. Сменный фильтр	2	шт.
4.9.	Клеевой пистолет	Время нагрева до рабочей температуры не более 10 мин. Диаметр клея не менее 7 мм. Напряжение питания: 220 В или аккумулятор.	2	шт.

4.10.	Набор надфилей	Количество в наборе не менее 10 шт. Форма: плоский / полукруглый / круглый / треугольный / квадратный. Длина не менее 140 мм.	2	шт.
4.11.	Штангенциркуль	Диапазон измерений 0-150 мм; Шаг измерения не менее 0.1 мм; Погрешность измерения не менее $\pm 0.02$ мм	2	шт.
4.12.	Набор шарнирно-губцевого инструмента	длинногубцы для точных работ не менее 125 мм, бокорезы для точных работ не менее 115 мм., плоскогубцы для точных работ не менее 120 мм.	2	шт.
4.13.	Набор комбинированных ключей	Размер минимальный не более чем: 6 мм Размер максимальный не менее чем: 17 мм Не менее одного ключа размеров: 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17 мм	2	шт.
4.14.	Мультиметр	тип отображения - цифровой; измерение переменного напряжения не более 750 В; измерение постоянного напряжения не более 1000 В; измерение постоянного тока не более 10 А	2	шт.
4.15.	Оловоотсос	длина не менее 210 мм.	2	шт.
4.16.	Набор пинцетов	Количество в наборе не менее 6 шт; Формы: прямая, изогнутая	2	шт.
4.17.	Стриппер для зачистки проводов	Диаметр кабеля не менее 0.1 мм и не более 10 мм Сечение провода не менее 0.05 мм и не более 30 мм	2	шт.
4.18.	Держатель "Третья рука" с лупой	Количество зажимов: не менее 2, Кратность лупы: не менее 2.5	2	шт.
4.19.	Коврик для пайки	Силиконовый, термостойчивый	2	шт.
4.20.	Прибор измерения напряжения батареи	Вход: 1-8 S; тип батарей: LiPo/LiFe/Li-ion; измерение напряжения на банке не менее 0.5 В; диапазон измерений напряжения всего блока не менее 3.7 В.	2	шт.
4.21.	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 5000 мм	2	шт.
4.22.	Зажим для моторов	Диапазон зажима не менее 15 мм. и не более 30 мм.	2	шт.
4.23.	Набор шестигранных ключей удлиненных	В комплекте не менее одно ключа каждого размера: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 мм	2	шт.
4.24.	Набор отверток для точных работ	Комплектация: не менее 6-ти отверток типов SL и PH. Материал: усиленная инструментальная сталь	2	шт.

4.25.	Торцевой ключ	Размер 6 мм. Длина не менее 150 мм	2	шт.
4.26.	Шуруповерт (Аккумуляторная отвертка) + набор бит	Напряжение не менее 3,6 В Тип питания: от аккумулятора Мах крутящий момент не менее 4 Нм Набор бит: не менее 5 бит, включая PH1, PH2, PZ1, PZ2, HEX	2	шт.
4.27.	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра) / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамяти от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	2	шт.
4.28.	Мышь компьютерная	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	2	шт.
4.29.	Ремкомплект, предназначенный для программируемого учебного набора квадрокоптера	Ремкомплект, совместимый с программируемым учебным набором квадрокоптера	20	шт.
4.30.	Ремкомплект, предназначенный для конструктора спортивного квадрокоптера	Ремкомплект, совместимый с конструктором спортивного квадрокоптера	15	шт.
4.31.	Тумба для инструментов слесарная	(ШхГхВ) не менее 46х64х84 мм, не менее 3-х полок, металлический	2	шт.
4.32.	Совок и щётка	Пластик, щетина – полимерный ворс	1	шт.
<b>5. Рабочее место учащегося</b>				
5.1.	Программируемый учебный набор квадрокоптера	Тип: Квадрокоптер с возможностью программирования и полета в рамках помещения. Продолжительность полета: не менее 10 минут Максимальная скорость полета: не менее 20 км/ч Масса квадрокоптера в сборе: не более 700 г Размеры: не менее 120 x 120 x 90 мм Камера: наличие Совместимость с системой ультразвуковой навигации в помещении: соответствие Возможность автономных полетов по Aruco меткам: наличие.	1	шт. (на 1 раб. место)

5.2.	Программируемый учебный квадрокоптер	Вес: не более 200г Размеры в сборе: не более 200×200 мм Продолжительность полета: не менее 5 минут Воздушная скорость: не более 20 км/ч	1	шт. (на 1 раб. место)
5.3.	Конструктор спортивного квадрокоптера	Набор комплектующих, необходимых для сборки спортивного квадрокоптера. Управление дроном с помощью пульта дистанционного управления и камеры. Скорость полета: не менее 65 км/ч Масса квадрокоптера: не более 500 г	1	шт. (на 1 раб. место)
5.4.	Дополнительные аккумуляторы для программируемых учебных наборов квадрокоптеров и спортивных квадрокоптеров	Аккумуляторы, совместимые с программируемыми учебными наборами квадрокоптеров и (или) спортивными квадрокоптерами	4	шт. (на 1 раб. место)
5.5.	FPV видео-очки (видео-шлем)	FPV видео-очки, совместимые со спортивным квадрокоптером и программируемым учебным набором квадрокоптера Разрешение не менее 800x480; Угол обзора не менее 30°	1	шт. (на 1 раб. место)
5.6.	Клеевой пистолет	Время нагрева до рабочей температуры не более 10 мин. Диаметр клея не менее 7 мм. Напряжение питания: 220 В или аккумулятор.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.7.	Набор надфилей	Количество в наборе не менее 10 шт. Форма: плоский / полукруглый / круглый / треугольный / квадратный. Длина не менее 140 мм.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.8.	Штангенциркуль	Диапазон измерений 0-150 мм Шаг измерения не менее 0.1 мм Погрешность измерения не менее ±0.02 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.9.	Набор шарнирно-губцевого инструмента	длинногубцы для точных работ не менее 125 мм, бокорезы для точных работ не менее 115 мм., плоскогубцы для точных работ не менее 120 мм.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.10.	Набор комбинированных ключей	Размер минимальный не более чем: 6 мм Размер максимальный не менее чем: 17 мм Не менее одного ключа размеров: 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.11.	Прибор измерения напряжения LiPo батареи	Вход: 1-8 S; тип батарей: LiPo/LiFe/Li-ion; диапазон измерений напряжения на банке: не менее 0.5 В;	1	шт. (на 1 раб. место)



		диапазон измерений напряжения всего блока не менее 3.7 В.		
5.12.	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 3000 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.13.	Зажим для моторов	Диапазон зажима не менее 15 мм. и не более 30 мм.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.14.	Набор шестигранных ключей удлиненных	В комплекте не менее одно ключа каждого размера: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.15.	Набор отверток для точных работ	Комплектация: не менее 6-ти отверток типов SL и PH. Материал: усиленная инструментальная сталь	1	шт. (на 1 раб. место)
5.16.	Торцевой ключ	Размер 6 мм. Длина не менее 150 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.17.	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра) / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	1	шт. (на 1 раб. место)
5.18.	Десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ)	Управление – подключение пульта управления. Наличие настройки и калибровки пульта радиуправления. Уровни – не менее 5 карт; Многопользовательский режим – доступен. Возможность выбора БАС и изменения его настройки. Возможность редактирования и создания карт. Возможность авторизации пользователя. Возможность использования БАС различных типов: мультироторный, самолетный или гибридный. Возможность использования БАС с массой до 30 кг и свыше 30 кг. Возможность эмуляции погодных условий. Отображение статистики по полету пользователя. Возможность просмотра эталонного полета.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.19.	Фотограмметрическое программное обеспечение	Фотограмметрическое программное обеспечение, включающее в себя технологии машинного обучения для анализа и пост-обработки данных, включая и наземные геодезические измерения, что позволяет получать максимально точные результаты. Наличие функциональной возможности обработки геодезических измерений	1	шт. (на 1 раб. место)

5.20.	Компьютерная мышь	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.21.	Симулятор для автономных полетов	Симулятор трехмерной робототехники с Открытым исходным кодом. Встроенные инструменты для работы с ROS. Встроенные инструменты для работы с OpenCV. Встроенные инструменты для написания программного кода автономного полета коптера. Встроенные инструменты для симуляции автономного полета по написанному коду. Встроенные инструменты для распознавания Aguco-маркеров. Программное обеспечение симулятора должно быть включено в реестр отечественного ПО. Встроенные инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты. Совместимость с комплектами учебных БВС (конструкторов)	1	шт. (на 1 раб. место)
5.22.	Симулятор для ручных полетов	Управление: подключение пульта радиуправления. Уровни: не менее 5 карт. Настройка и привязывание пульта управления: доступны. Многопользовательский режим: доступен. Возможность выбора дронов и изменения их настроек. Совместимость с комплектами учебных БВС (конструкторов)	1	шт. (на 1 раб. место)
5.23.	Программное обеспечение для трехмерного моделирования	Программное обеспечение для создания трехмерных моделей.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.24.	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья, без подлокотников	1	шт. (на 1 раб. место)
5.25.	Тумба для инструментов слесарная	(ШхГхВ) не менее 46х64х84 мм, не менее 3-х полок, металлический	1	шт. (на 1 раб. место)
5.26.	Стол компьютерный	(ШхГхВ) не менее 1300 x 740 см x 730 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.27.	Корзина мусорная	Не менее 10 литров	1	шт. (на 1 раб. место)
5.28.	Бестеневая лампа-лупа настольная	Бестеневая: да; источник света: светодиоды; регулировка яркости освещения: наличие; интенсивность светового потока: не менее 500 люмен; тип крепления: настольный с помощью струбцины; вид питания: от сети 220В; пантографический механизм: наличие; диаметр линзы: не менее 120 мм.	1	шт. (на 1 раб. место)
<b>6. Рабочее место преподавателя/мастера производственного обучения</b>				

6.1.	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра) / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	1	шт.
6.2.	Пульт радиуправления	Пульт радиуправления для подключения к ноутбуку (или ПЭВМ). Подключение – по кабелю USB Type A или USB Type C. Количество каналов – не менее 6.	1	шт.
6.3.	Десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ)	Управление – подключение пульта управления. Наличие настройки и калибровки пульта радиуправления. Уровни – не менее 5 карт; Многопользовательский режим – доступен. Возможность выбора БАС и изменения его настройки. Возможность редактирования и создания карт. Возможность авторизации пользователя. Возможность использования БАС различных типов: мультироторный, самолетный или гибридный. Возможность использования БАС с массой до 30 кг и свыше 30 кг. Возможность эмуляции погодных условий. Трансляция параметров полета в режиме реального времени. Отображение статистики по полету пользователя.	1	шт.
6.4.	Фотограмметрическое программное обеспечение	Фотограмметрическое программное обеспечение, включающее в себя технологии машинного обучения для анализа и пост-обработки данных, включая и наземные геодезические измерения, что позволяет получать максимально точные результаты. Наличие функциональной возможности обработки геодезических измерений	1	шт.
6.5.	Симулятор для автономных полетов	Симулятор трехмерной робототехники с Открытым исходным кодом. Встроенные инструменты для работы с ROS. Встроенные инструменты для работы с OpenCV. Встроенные инструменты для написания программного кода автономного полета коптера. Встроенные инструменты для симуляции автономного полета по	1	шт.

		написанному коду. Встроенные инструменты для распознавания Агисо-маркеров. Программное обеспечение симулятора должно быть включено в реестр отечественного ПО. Встроенные инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты. Совместимость с комплектами учебных БВС (конструкторов)		
6.6.	Симулятор для ручных полетов	Управление: подключение пульта радиоуправления. Уровни: не менее 5 карт. Настройка и привязывание пульта управления: доступны. Многопользовательский режим: доступен. Возможность выбора дронов и изменения их настроек. Совместимость с комплектами учебных БВС (конструкторов)	1	шт.
6.7.	Программное обеспечение для создания 3D моделей	Программное обеспечение для создания трехмерных моделей.	1	шт.
6.8.	Компьютерная мышь	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	1	шт.
6.9.	Стол компьютерный	(ШхГхВ) не менее 1200x700x840 мм	2	шт.
6.10.	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья	1	шт.
6.11.	МФУ	размер не менее А4, цветная и черно-белая печать не менее 30 стр/мин, не менее 256 мб, LCD, Сетевой, двухсторонняя печать	1	шт.
6.12.	Бестеневая лампа настольная	Бестеневая: да; источник света: светодиоды; регулировка яркости освещения: наличие; интенсивность светового потока: не менее 500 люмен; тип крепления: настольный с помощью струбцины; вид питания: от сети 220В; пантографический механизм: наличие; диаметр линзы: не менее 120 мм.	1	шт.

Специализированный класс (кружок) может быть дооснащен дополнительным оборудованием.

**Вариативная часть / Дополнительное оборудование, возможное к использованию в образовательном процессе**

№ п/п	Наименование	Краткие (рамочные) технические характеристики	Количество	Единица измерения
1.	Стенд пилотирования БАС	Стенд пилотирования БАС с установленным БАС соответствующего типа	1	шт.
2.	VR шлем (шлем виртуальной реальности)	Тип – автономный. Общее разрешение – не менее 1920x1080. Объем оперативной памяти – не менее 8 Гб. Объем	1	шт.

		встроенной памяти – не менее 128 Гб. Поддержка беспроводных интерфейсов – Bluetooth, Wi-Fi. Питание – аккумулятор встроенный. Наличие разъема USB Type-C.		
3.	Программное обеспечение для шлема виртуальной реальности	Это программное обеспечение для подготовки пилотов и операторов беспилотных авиационных систем (БАС) в шлемах виртуальной реальности. Возможность свободного полета на виртуальном БАС с выбором карты, трассы, БАС и погодных условий.	1	шт.
4.	Шуруповерт	Напряжение не менее 12В Тип питания: от аккумулятора Мах крутящий момент не менее 36 Нм Тип двигателя: бесщеточный	1	шт.
5.	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра) / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	1	шт.
6.	Смартфон	Экран не менее 6 дюйма; разрешение не более 3840 x 2160; аккумулятор не менее 4500 мАч; оперативная память не менее 4 ГБ.	1	шт.
7.	Коммутатор/Маршрутизатор	Количество LAN-портов: не менее 16 Базовая скорость передачи данных: 10/100/1000 Мбит/с или выше	1	шт.
8.	Роутер	5g Wi-Fi роутер	1	шт.

Для соблюдения требований охраны труда техники безопасности в специализированном классе (кружке) должны находиться: аптечка, огнетушитель класса Д, огнеупорный сейф/сумка для безопасного хранения аккумуляторных батарей, кулер, а также халаты (100% хлопок, тип застежки – пуговицы), очки защитные (прозрачные, открытые, защита от мелких частиц), перчатки (ХБ с ПВХ) на 12 обучающихся и 1 педагога дополнительного образования.

## 2.6. Воспитательный компонент

Современный национальный воспитательный идеал в соответствии с Указом Президента РФ – это нравственный, творческий, компетентный гражданин России, осознающий ответственность за настоящее и будущее своей страны, опирающийся в своей жизнедеятельности на духовные и культурные традиции народов Российской Федерации.

Исходя из воспитательного идеала, а также основываясь на базовых для нашего общества ценностях (семья, труд, отечество, природа, мир, знания, культура, здоровье, человек), общая цель воспитания в программе – личностное развитие школьников, проявляющееся:

в усвоении знаний основных норм, которые общество выработало на основе этих ценностей;

в развитии позитивных, социально значимых отношений к общественным ценностям;

в приобретении ими соответствующего этим ценностям опыта поведения, опыта применения сформированных знаний и отношений на практике (т. е. в приобретении ими опыта осуществления социально значимых дел);

достижение личностных результатов освоения общеобразовательных программ.

**Цель воспитательной работы:** создание оптимальных условий для развития, саморазвития и самореализации личности учащегося через техническое творчество.

#### **Задачи воспитательной работы**

формировать и поддерживать познавательный интерес, ответственное отношение к обучению, готовность к саморазвитию;

воспитывать социальные навыки, общую коммуникативную культуру, уважение к другому мнению;

воспитывать умение работать в команде; чувство коллективизма, взаимовыручку, взаимоподдержку;

формировать и поддерживать адекватную самооценку;

воспитывать личность с активной жизненной и гражданской позицией, патриотизм, уважение к достижениям российской науки.

#### **Приоритетные направления воспитательной деятельности**

гражданско-патриотическое воспитание, воспитание положительного отношения к труду и творчеству, социокультурное воспитание, профориентация.

**Формы воспитательной работы:** беседа, дискуссия, викторина, соревнования.

**Методы воспитательной работы:** беседа, упражнение, создание воспитывающих ситуаций, игра, поощрение.

#### **Планируемые результаты воспитательной работы:**

формирование ответственного отношения к учению, готовности и способности обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;

формирование мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики;

формирование личности с активной жизненной позицией, развитие осознанного и ответственного отношения к собственным поступкам;

формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности.

#### **Календарный план воспитательной и профориентационной работы**

№ п/п	Название мероприятия	Задачи	Форма проведения	Сроки проведения
1	Соревнования, конкурсы	воспитание положительного отношения к труду и творчеству	Участие в конкурсах, соревнованиях	В течении всего срока обучения
2	День родного края в Ульяновской области	воспитание патриотических чувств, чувства гражданской идентичности, любви к родному краю и малой Родине	Беседа, спортивная игра	15 сентября
3	Выставка работ обучающихся	формирование положительного отношения к труду и творчеству	Занятие в форме спортивной игры, представление результатов проделанной работы, обсуждение	Декабрь
4	Экскурсия	профориентация	Экскурсия на производство	февраль
5	Встреча	Профориентация и формирование коммуникативной культуры	Встреча и общение с представителем профессии инженера/оператора БПА	март
6	Межрегиональная экологическая акция «Волга-великое наследие России»	создание условий для воспитания бережного отношения к природе родного края, воспитание патриотических чувств, любви к своей малой Родине	Просмотр видеофильма, игра	Приурочено к 19 мая

Воспитательный компонент программы реализуется в единстве учебной и воспитательной деятельности по основным направлениям воспитания, однако преобладающими являются трудовое воспитание и воспитание ценности научного познания - воспитание уважения к труду, результатам труда (своего и других людей), ориентация на получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе, достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности, воспитание стремления к познанию себя и других людей, природы и общества, к получению знаний, качественного образования с учётом личностных интересов и общественных потребностей.

### 3. Список литературы

#### *Литература для педагога*

1. Белинская, Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета / Ю.С. Белинская. – Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. – №4. Режим доступа: <http://ainsnt.ru/doc/551872.html>
2. Гурьянов, А.Е. Моделирование управления квадрокоптером / А.Е. Гурьянов. – Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. – №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>
3. Канатников, А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко, С.Б. Ткачев. – Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. – №3.
4. Касторский, В.Е. Основы аэродинамики и динамики полета / В.Е. Касторский. – Рига: Институт транспорта и связи, 2010. – 105 с. Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodtnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf)
5. Фоменко, А. Аэроквантум тулкит / А. Фоменко. – Москва: Фонд новых форм развития образования, 2017 – 154 с.

#### *Литература для обучающихся*

1. Биард, Р.У., МакЛэйн Т.У. Малые беспилотные летательные аппараты / Р.У. Биард, Т.У. МакЛэйн. – Москва: Техносфера, 2018. – 312 с.
2. Килби, Т. Дроны с нуля / Т. Килби. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 192 с.
3. Подружин, Е.Г., Степанов В.М., Рябчиков П.Е. Конструирование и проектирование летательных аппаратов. Фюзеляж: учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.Г. Подружин, В.М. Степанов, П.Е. Рябчиков. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 107 с.
4. Яценюков, В.С. Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика / В.С. Яценюков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 256 с.

#### *Литература для родителей*

1. Биард, Р.У., МакЛэйн Т.У. Малые беспилотные летательные аппараты / Р.У. Биард, Т.У. МакЛэйн. – Москва: Техносфера, 2018. – 312 с.
2. Килби, Т. Дроны с нуля / Т. Килби. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 192 с.
3. Яценюков, В.С. Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика / В.С. Яценюков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 256 с.



**Интернет-источники**

- 1) [База знаний — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 2) [Загрузки — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 3) [Методики и кейсы — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 4) [Программирование — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 5) [Дополнительные модули — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 6) [Инструкции по эксплуатации — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)

## Приложение 1

## Информационная карта освоения обучающимися

- ФИ обучающегося \_\_\_\_\_

Параметры результативности реализации Программы	Характеристика низкого уровня результативности	Оценка уровня результативности					Характеристика высокого уровня результативности
		1	2	3	4	5	
<b>Опыт освоения теоретической информации (объем, прочность, глубина)</b>	Информация не освоена						Информация освоена полностью в соответствии с задачами Программы
<b>Опыт практической деятельности (степень освоение способов деятельности: умения и навыки)</b>	Способы деятельности не освоены						Способы деятельности освоены полностью Способы деятельности
<b>Опыт эмоционально-ценностных отношений (вклад в формирование личностных качеств обучающихся)</b>	Отсутствует позитивный опыт эмоционально-ценностных отношений (проявление агрессии, защитных реакций, негативное, неадекватное поведение)						Приобретен полноценный, разнообразный, адекватный содержанию программы опыт эмоционально-ценностных отношений, способствующий развитию личностных качеств обучающихся
<b>Опыт творчества</b>	Освоены элементы репродуктивной имитационной деятельности						Приобретен опыт самостоятельной творческой деятельности (оригинальность, индивидуальность, качественная завершенность результата)
<b>Опыт общения</b>	Общение отсутствовало (ребенок закрыт для общения)						Приобретен опыт взаимодействия и сотрудничества в системах

<b>Осознание ребенком актуальных достижений. Фиксированный успех и впра ребенка в свои силы (позитивная «Я-концепция»)</b>	Рефлексия отсутствует					Актуальные достижения ребенком осознаны и сформированы
<b>Мотивация и осознание перспективы</b>	Мотивация и осознание перспективы отсутствуют					Стремление ребенка к дальнейшему совершенствованию в данной области (у ребенка активизированы познавательные интересы и потребности)

- Общая оценка уровня результативности:
- 7-20 балла — программа в целом освоена на низком уровне;
- 21-28 баллов — программа в целом освоена на среднем уровне;
- 29-35 баллов — программа в целом освоена на высоком уровне.

**Тест по устройству и управлению БПЛА**

1. Комплекс управления БПЛА состоит
- А) НКУ, БКУ;
  - Б) НКУ, БКУ, ГЛОНАСС;
  - В) пункта управления БПЛА, бортового оборудования, телеметрического оборудования;
  - Г) наземного пункта управления ГЛОНАСС.
2. Графическое управляющее программное обеспечение (ПО) осуществляет
- А) программирование маршрута и отображение параметров полёта;
  - Б) ручное управление БПЛА;
  - В) отображение полета на дисплее;
  - Г) командное управление полетом БПЛА.
3. Причина ошибок СНС со временем
- А) дрейф гироскопов;
  - Б) ошибки ГЛОНАСС;
  - В) ошибки автопилота;
  - Г) ошибки бортовой вычислительной машины.
4. Акселерометр – это
- А) устройство, анализирующее ускорение устройства в трех плоскостях (x, y, z);
  - Б) устройство, анализирующее скорость устройства в трех плоскостях (x, y, z);
  - В) устройство, стабилизации в трех плоскостях (x, y, z);
  - Г) устройство, анализирующее координаты БПЛА в трех плоскостях (x, y, z);
5. Для каких целей предназначен Bluetooth-модуле
- А) для передачи фото и видео файлов;
  - Б) для стабилизации полета дрона;
  - В) для определения координат дрона;
  - Г) для управления движением дрона.
6. Квадрокоптеры – это
- А) дроны, содержащие четыре пары лопастей;
  - Б) дроны;
  - В) научно-фантастическая трилогия Уильяма Гибсона;
  - Г) виртуальный мир.

7. Уоррен Мак-Каллок (1898-1969)

А) *нейрофизиолог;*

Б) теоретик искусственных нейронных сетей и один из отцов кибернетики;

В) создатель теории распознавания;

Г) создатель языка программирования Пролог.

8. First Person View (сокр. FPV)

А) одно из направлений радиоуправляемого авиамоделизма;

Б) приём с модели видеоизображения по дополнительному видео-радиоканалу в режиме реального времени;

В) ручное управление дроном;

Г) оператор управления дроном.

9. Вычислитель БПЛА имеет следующие характеристики и особенности:

Производительность 400 MIPS. Что означает MIPS?

А) *величина, показывающая число миллионов инструкций, выполняемых процессором за одну секунду;*

Б) *величина, показывающая число инструкций, выполняемых процессором за одну секунду;*

В) *величина, показывающая число инструкций, выполняемых процессором за одну минуту;*

Г) количество операций в 1 секунду.

10. Что такое QNX

А) *операционная система БПЛА;*

Б) мультиплатформенная система БПЛА;

В) программа управления полетом БПЛА;

Г) система счисления БПЛА.

11. Коптер – это

А) *беспилотный радиоуправляемый летательный аппарат, передвигающийся по воздуху по принципу вертолета;*

Б) беспилотный летательный аппарат для передвижения в космосе;

В) беспилотный летательный аппарат для передвижения на планетах;

Г) беспилотный летательный аппарат для передвижения в воде.

12. Квадрокоптеры – это,

А) дроны, содержащие четыре пары лопастей;

Б) *коптер с радиоуправлением;*

В) дрон с 8-ю лопастями;

Г) беспилотный робот.

13. Мультикоптер – это

А) *летательный аппарат с произвольным количеством несущих винтов, вращающихся диагонально в противоположных направлениях;*

- Б) многороторный вертолёт;
- В) коптер с 8-ю пропеллерами;
- Г) беспилотный аппарат для перемещения в туннелях.

14. Конвертопланы – это

- А) беспилотник, который садится и взлетает «по-вертолетному», за счет поворота его двигателей;*
- Б) грузовой летательный беспилотник;
- В) беспилотный автомобиль;
- Г) беспилотная ракета.

15. Тейлситтеры – это

- А) беспилотник вертикального взлёта, который, оказавшись в воздухе, поворачивается горизонтально и летит, как дрон самолет;*
- Б) беспилотник – типа вертолет;
- В) биологический беспилотник;
- Г) грузовой беспилотник.

16. Основная задача комплекса управления БПЛА

- А) обеспечить вывод БПЛА в заданный район и выполнение операций в соответствии с полетным заданием;*
- Б) также обеспечить доставку информации, полученной бортовыми средствами БПЛА, на пункт управления;*
- В) обеспечить ручное управление БПЛА;
- Г) обеспечить связь с другими БПЛА.

17. Барометрический датчик давления предназначен для

- А) измерения высоты БПЛА;*
- Б) измерения давления на высоте БПЛА;
- В) измерения давления на уровне Земли;
- Г) измерения давления и температуры.

18. Для чего предназначен магнитометр - это

- А) прибор для измерения характеристик магнитного поля;*
- Б) электронный компас;
- В) магнитный гироскоп;
- Г) измеритель скорости БПЛА.

19. Гироскоп - это

- А) устройство, способное реагировать на изменение углов ориентации БПЛА, относительно инерциальной системы отсчета;
- Б) устройство для определения направления БПЛА в пространстве;*
- В) устройство для измерения скорости БПЛА;
- Г) устройство для измерения дальности полета БПЛА.

20. Для каких целей предназначен Bluetooth-модуль

- А) для передачи фото и видео файлов;
- Б) для стабилизации полета дрона;
- В) для определения координат дрона;
- Г) для управления движением дрона.

21. Устройство для стабилизации углов ориентации БПЛА в полете

- А) блок инерциальной навигационной системы;
- Б) блок стабилизации полета;
- В). Блок управления полетом БПЛА;
- Г) блок измерения углов стабилизации.

22. Автопилот БПЛА предназначен для

- А) автоматическое управление БПЛА при полёте по заданной траектории;
- Б) Стабилизация углов ориентации БПЛА в полете;
- В) Определение навигационных параметров (координат, углов ориентации, параметров движения БПЛА);
- Г) Выдача телеметрической информации о навигационных параметрах, углах ориентации и параметрах управления БПЛА.

23. Трехосевой акселерометр предназначен для

- А) измерения проекции кажущегося ускорения (разности между истинным ускорением объекта и гравитационным ускорением)
- Б) скорости полета БПЛА
- В) ускорения полета БПЛА
- Г) дальности полета БПЛА

24. Датчик воздушной скорости - это

- А) прибор для измерения вертикальной скорости;
- Б) вариометры;
- В) гироскопы;
- Г) приборы для измерения горизонтальной скорости.

25. Линейными координатами БПЛА являются

- А) дальность, высота, боковое перемещение;
- Б скорость, угловые координаты;
- В) земные координаты;
- Г) скоростные координаты.

26. Устройство для стабилизации углов ориентации БПЛА в полете

- А) блок инерциальной навигационной системы;
- Б) блок стабилизации полета;
- В). блок управления полетом БПЛА;
- Г) блок измерения углов стабилизации.

27. Инерциальная система на основе спутников ГЛОНАСС

А) *определение координат земных объектов и БПЛА с использованием электронных карт местности;*

Б) определение координат объектов и ГЛОНАССа с использованием земных пунктов управления;

В) определение навигационных параметров БПЛА с использованием приборов ГЛОНАССа;

Г) определение параметров на основе гироскопов на станциях ГЛОНАСС.

28. К автономным навигационным системам относят

А) инерциальные системы

Б) астрономические системы

В) астро-инерциальные системы, сочетающие функции инерциальных и астрономических систем;

Г) системы, основанные на использовании энергии электромагнитного излучения Солнца и других планет;

29. Астрономические системы, позволяют

А) получать координаты местонахождения, скорость и время полета путем измерения угловых размеров небесных тел и направлений на них;

Б) получать координаты местонахождения, путем измерения угловых размеров небесных тел;

В) получать координаты местонахождения, путем измерения угловых координат на солнце;

Г) получать координаты местонахождения, путем измерения дальности и направления на Луну.

30. Инерциальные системы, основаны на измерении

А) *ускорений и их интегрировании во времени с целью получения скорости и координат положения;*

Б скорости и угловых координат;

В) скорости и координат;

Г) *координат в земной системе.*