

Министерство образования, науки и молодежной политики  
Нижегородской области

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор-  
проректор по образовательной  
деятельности  
Е.Г. Ивашкин

2021 г.

**ДНК**

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
«Школа беспилотных летательных аппаратов»**

**Направленность:** техническая

**Возраст обучающихся:** 11-15 лет

**Длительность вводного модуля:** 36 часов

**Длительность базового модуля:** 36 часов

**Всего:** 72 часа

**Авторы:** Решетов Владимир Александрович,  
старший преподаватель  
Шестериков Артем Валерьевич,  
инженер студенческого КБ  
Раззоронов Владислав Романович,  
инженер студенческого КБ  
Рязанов Алексей Андреевич,  
инженер студенческого КБ

Нижний Новгород, 2021

## ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1	<b>Полное название программы</b>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Школа беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)»
2	<b>Авторы программы</b>	Решетов Владимир Александрович, старший преподаватель, Шестериков Артем Валерьевич, инженер студенческого КБ, Раззоронов Владислав Романович, инженер студенческого КБ, Рязанов Алексей Андреевич, инженер студенческого КБ
3	<b>Название образовательной организации</b>	ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», структурное подразделение «Дом научной коллаборации им. И.П. Кулибина», Нижний Новгород
4	<b>Адрес организации</b>	г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24
5	<b>Форма проведения</b>	Групповые и индивидуальные занятия
6	<b>Вид программы по уровню усвоения содержания программы</b>	Развивающая, практико-деятельностная, проектная. Линия 0 – Вводный модуль Линия 1 – Базовый модуль
7	<b>Цель программы</b>	Формирование компетентности школьников в области управления и конструирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); содействие в приобретении обучающимися навыков и опыта использования БПЛА в практической деятельности.
8	<b>Специализация программы</b>	Беспилотные летательные аппараты
9	<b>Направленность программы</b>	Техническая
10	<b>Сроки реализации</b>	Вводный модуль – 36 часов Базовый модуль – 36 часов
11	<b>География участников программы</b>	г. Нижний Новгород
12	<b>Условия участия в программе</b>	Обучающиеся 11-15 лет
13	<b>Условия размещения участников программы</b>	Оборудованная лаборатория детского центра ДНК

14	<b>Ожидаемый результат</b>	<p>В процессе освоения образовательной программы, обучающиеся приобретут знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о пилотировании и обслуживании беспилотных летательных аппаратов;</li> <li>- о проектировании и конструировании беспилотных летательных аппаратов и их элементов;</li> <li>- об основных стадиях и принципах создания программного обеспечения для управления беспилотными летательными аппаратами.</li> </ul> <p>В ходе занятий обучающиеся будут вовлечены в проектную деятельность, которая позволит им в малых группах осваивать навыки работы с БПЛА и грамотно использовать подобного рода технику, разрабатывать и представлять проекты, посвященные совершенствованию технологий управления и расширению областей применений беспилотных летательных аппаратов.</p>
----	----------------------------	---

## Содержание:

1. Пояснительная записка.....	5
2. Цель и задачи программы.....	7
3. Планируемые результаты.....	8
4. Учебно-тематический план.....	9
5. Организационно-педагогические условия.....	11
6. Формы аттестации и оценочные материалы.....	13
7. Учебно-методическое обеспечение программы.....	14
8. Тематическое содержание программы.....	21
9. Список рекомендованной литературы.....	24
Приложение 1. Нормативно-правовая база.....	26
Приложение 2. Кейсы.....	28

## **1. Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Школа беспилотных летательных аппаратов» имеет техническую направленность.

**Актуальность программы** обусловлена тем, что в настоящее время технологии в области применения беспилотных летательных аппаратов стремительно развиваются, при этом сами аппараты (дроны, квадрокоптеры) становятся все более доступными. Занимаясь по данной программе, обучающиеся должны получить знания и умения, которые позволят им освоить существующие способы работы с беспилотными летательными аппаратами, научиться управлять ими, конструировать, находить новые области применения.

Под беспилотным летательным аппаратом понимается самолет (или вертолет), который управляется оператором с помощью радиосвязи на удаленном расстоянии, или автономно с использованием специального программного обеспечения. Применение БПЛА является эффективным решением многих проблем, связанных с задачами слежения, доставки, видеосъемки и т.д. Особую актуальность развитие БПЛА приобретает с учетом особенностей России – обширной территорией, низкой плотности заселения отдельных районов и наличия регионов с частыми природными чрезвычайными ситуациями.

Развитие в России БПЛА относится к одной из ключевых задач Дорожной карты «Аэронет» Национальной технологической инициативы (НТИ). При этом не менее важной задачей является подготовка кадров в этом направлении.

Таким образом, назначение программы соответствует государственному социальному заказу, направленного на подготовку подрастающего поколения с современными и быстроразвивающимися технологиями БПЛА.

**Отличительные особенности** программы и новизна заключаются в ориентации на практический характер обучения:

- большое количество времени уделяется пилотированию БПЛА;
- углубленно изучаются подходы к созданию программного обеспечения для управления БПЛА и использованию аппаратов для решения различных задач.

В основе методики обучения лежат кейсовый и проектный методы. Содержание и материал образовательной программы организован по принципу дифференциации в соответствии со следующими уровнями сложности:

1. «Вводный модуль» - предполагает использование и реализацию общедоступных и универсальных форм организации материала, минимальную сложность предлагаемого для освоения содержания программы, развитие мотивации к определенному виду деятельности. Обучаемые осваивают базовые навыки и понятия, позволяющие управлять беспилотными летательными аппаратами.

2. «Базовый модуль» - предусматривает углубленное изучение принципов разработки конструкций и программного обеспечения БПЛА, в том числе предполагает организацию коллективного взаимодействия, способствующего развитию навыков общения и социализации обучающихся с использованием знаний и умений, полученных в процессе обучения. Выбор траектории обучения в «Базовом модуле» предполагает построение индивидуального образовательного маршрута, который учитывает степень освоения компетенций «Вводного модуля» и формируется совместно с обучающимися на основе их предпочтений, результатов участия в соревнованиях и конкурсах.

Ключевой принцип проектного обучения заключается в ориентации на практическое решение проблем. При этом решаемая проблема должна быть подлинной, касающейся реального мира. Важной особенностью проектного обучения по данной программе является междисциплинарность, которая выражена в формировании разнопрофильных проектных команд и междисциплинарном характере навыков, необходимых для реализации проекта.

**Категория обучающихся (адресат программы):**

- программа рассчитана на обучающихся в возрасте 11 – 15 лет;
- при наборе в группы принимаются все желающие;
- обучение по программе актуально для учащихся, занимающихся по школьным программам с углубленным изучением технических дисциплин.

**Сроки реализации программы:**

- вводный модуль – 36 часов;
- базовый модуль – 36 часов.

**Режим занятий:** 2 раза в неделю по 2 академических часа.

**Формы организации образовательного процесса:** групповая, индивидуальная, парная.

**2. Цель и задачи программы**

**Цель** - формирование компетентности школьников в области управления и конструирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); содействие в приобретении обучающимися навыков и опыта использования БПЛА в практической деятельности с последующей возможностью масштабирования при дальнейшем обучении в высших технических учебных заведениях.

**Задачи обучающие:**

- сформировать представление о современном уровне развития и применения БПЛА;
- познакомить с техническими устройствами, реализующими принцип беспилотного управления;
- сформировать навыки управления (пилотирования) БПЛА (квадрокоптерами);
- дать систему знаний по конструированию и программному управлению БПЛА.

**Задачи развивающие:**

- развивать познавательные способности обучающегося, память, внимание, пространственное мышление;
- сформировать у обучающихся навыки творческого подхода к поставленной задаче, командной работе и публичных выступлений по тематике курса;
- способствовать развитию и совершенствованию навыков работы со специальной литературой;
- развивать логическое и алгоритмическое мышление.

**Задачи воспитательные:**

- воспитывать усидчивость, умение преодолевать трудности;
- сформировать информационную культуру;
- сформировать потребность в дополнительной информации;
- сформировать коммуникативные умения;
- развивать мотивацию личности к познанию;
- сформировать нравственные качества личности и культуру поведения в обществе.

### **3. Планируемые результаты**

**Продуктовыми результатами** практической деятельности обучающихся являются:

- разработанная или модернизированная конструкция БПЛА или одного из элементов БПЛА;
- программное обеспечение для управления БПЛА.

**Образовательными результатами** педагогической деятельности являются:

- приводит примеры использования БПЛА в различных областях;
- описывает особенности конструкции и управления квадрокоптерами;
- выполняет элементы пилотирования различной сложности: подъем, посадка, движение по заданной траектории.

Образовательная программа призвана расширить культурное пространство для самореализации, самоактуализации и саморазвития личности, стимулировать обучающегося к творчеству, создать каждому ребенку благоприятную почву для профессиональной ориентации, развития личностных качеств, становлению его как субъекта собственной жизни.

#### 4. Учебно-тематический план

##### Вводный модуль

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов		Кейсы, раскрывающие содержание темы	Формы контроля (аттестации)
		теория	практика		
1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	1	1		Устный опрос
2	<b>Раздел «Технологии беспилотных летательных аппаратов»</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		
	Тема 2.1 Разновидности беспилотных летательных аппаратов. Квадрокоптеры, виды, особенности конструкции и управления	1	1		Устный опрос
	Тема 2.2 Применение технологий БПЛА в различных областях	1	1	1	Выполнение практических заданий
3	<b>Раздел «Принципы управления БПЛА»</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		
	Тема 3.1 Подходы к управлению БПЛА	2	2		Устный опрос
	Тема 3.2 Основные принципы управления БПЛА	1	1		Выполнение практических заданий
	Тема 3.3 Отработка приемов и навыков управления БПЛА	1	3		Выполнение практических заданий
4	<b>Раздел «Пилотирование БПЛА»</b>	<b>8</b>	<b>12</b>		
	Тема 4.1 Движение в горизонтальной плоскости, элементы управления.	1	1	2	Выполнение практических заданий
	Тема 4.2 Движение в вертикальной плоскости,	1	1	2	Выполнение практических

	элементы управления.				заданий
	Тема 4.3 Подъем и посадка БПЛА.	1	1	2	Выполнение практических заданий
	Тема 4.4 Полет по прямой. Поворот. Реверс.	1	2	2	Выполнение практических заданий
	Тема 4.5 Полет по заданной траектории.	1	2	2	Выполнение практических заданий
	Тема 4.6 Сложные перемещения. Комбинации системы управления.	1	2	2	Выполнение практических заданий
	Тема 4.7 Особенности и типичные ошибки при пилотировании БПЛА.	1	1	2	Выполнение практических заданий
	Тема 4.8 Подготовка к соревнованиям, тренировочные полеты.	1	2	2	Выполнение практических заданий
	<b>ВСЕГО</b>	<b>15</b>	<b>21</b>		
		<b>36</b>			

### Базовый модуль

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов		Кейсы, раскрывающие содержание темы	Формы контроля (аттестации)
		теория	практика		
1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	1	1		Устный опрос
2	<b>Раздел «Конструирование летательных аппаратов»</b>	<b>6</b>	<b>18</b>		
	Тема 2.1 Введение в конструирование БПЛА	1	1		Устный опрос
	Тема 2.2 Разработка конструкции основных элементов БПЛА	1	1		Устный опрос
	Тема 2.3 Анализ и выявление недостатков существующей конструкции БПЛА.	1	1	3	Выполнение практических заданий
	Тема 2.4 Разработка альтернативных вариантов конструктивных решений для БПЛА.	1	1	3	Выполнение практических заданий
	Тема 2.5 Разработка и модернизация конструкции	1	1	3	Выполнение практических

	базового блока БПЛА.				заданий
	Тема 2.6 Создание 3Д моделей элементов конструкции, прочностной и динамический анализ.	1	2	3	Выполнение практических заданий
	Тема 2.7 Изготовление элементов конструкции.	0	3	3	Выполнение практических заданий
	Тема 2.8 Модернизация программного обеспечения БПЛА.	0	3	3	Выполнение практических заданий
	Тема 2.9 Сборка и испытание модернизированного БПЛА.	0	2	3	Выполнение практических заданий
	Тема 2.10 Подготовка презентационного доклада по результатам модернизации.	0	3	3	Выполнение практических заданий
3	<b>Раздел «Аэросъемка с помощью квадрокоптера»</b>	<b>3</b>	<b>7</b>		
	Тема 3.1 Подготовка квадрокоптера и камеры	1	1	4	Выполнение практических заданий
	Тема 3.2 Составление маршрута полета и задания для аэросъемки	1	1	4	Выполнение практических заданий
	Тема 3.3 Пилотирование на открытой местности, отработка заданий	0	2	4	Выполнение практических заданий
	Тема 3.4 Обработка и анализ полученных результатов	1	3	4	Выполнение практических заданий
	<b>ВСЕГО</b>	<b>10</b>	<b>26</b>		
		<b>36</b>			

## 5. Организационно-педагогические условия

### Материально-техническая база:

Занятия проводятся на базе образовательной аудитории центра ДНК, оборудованной:

- ноутбуком с предустановленной ОС Windows и манипулятором типа МЫШЬ;
- доступом в интернет;
- офисным пакетом ПО Microsoft Office или аналогичным;

- программным пакетом для инженерного 3D моделирования;
  - переносным проекционным комплектом
- с использованием:
- учебных квадрокоптеров;
  - набора для конструирования квадрокоптера;
  - набора функциональных элементов для квадрокоптера;
  - комплекта запасных частей для конструирования квадрокоптера;
  - набора монтажных инструментов.

### **Информационное обеспечение**

При проведении занятий используются информационные ресурсы: видеолекции, аудио и видеоматериалы, платформа электронного обучения eLearning ([edu.nntu.ru](http://edu.nntu.ru)), ресурсы сайта НГТУ им. Р.Е. Алексеева (<http://www.nntu.ru>), ресурсы интерактивных энциклопедий (<http://ru.wikipedia.org>), информационные площадки Министерства образования, науки и молодежной политики Нижегородской области (<http://vk.com/obrazovanienn>).

### **Кадровое обеспечение**

Образовательный процесс по модулям программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими педагогическое образование, высшее образование или профильную подготовку в области авиастроения и транспортных систем, и систематически занимающимися научно-методической деятельностью. К образовательному процессу по модулям программы также привлекаются преподаватели, находящиеся в стадии обучения не ниже бакалавра.

К педагогическому коллективу, реализующему программы, с учетом специфики поставленных задач и целевой аудитории, предъявляются специальные требования:

- способствовать формированию готовности у обучающихся самостоятельно осваивать методы и способы самообразования и саморазвития,

- способствовать раскрытию творческих, личностных и профессиональных потенциалов обучающихся,
- уметь организовывать процесс рефлексии и обратной связи с обучающимися,
- уметь корректировать свою работу с учетом обратной связи с обучающимися.

## **6. Формы аттестации и оценочные материалы**

Для отслеживания результативности на протяжении всего процесса обучения осуществляются:

Входная диагностика – педагогическое наблюдение, опрос, анкеты, викторины, позволяющие выявить уровень подготовленности и возможности детей для занятия данным видом деятельности.

Текущий контроль – опрос на основе полученных знаний на текущий момент времени, выполнение кейс-заданий, участие в соревнованиях. Заканчивается коррекцией усвоенного материала.

Промежуточный контроль – проверка знаний, умений и навыков при помощи разработанных кейсов на базе практических задач и соревнований. По окончании Вводного модуля проводятся соревнования, направленные на выявление наиболее восприимчивых к данному виду деятельности обучаемых, которые переводятся (по желанию и с согласия законных представителей) на «Базовый модуль».

Итоговая аттестация – защита проектов. Результаты защиты проектов позволяют оценить уровень результативности освоения программы за весь период обучения. Все разработанные командами проекты представляются на внутреннем и региональном уровнях, а авторы лучших работ направляются на всероссийские и международные конкурсы и олимпиады.

## **7. Учебно-методическое обеспечение программы**

При реализации программы используются современные педагогические технологии, обеспечивающие личностное развитие ребенка: личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа), информационно-коммуникационные технологии, технология проектного обучения, ТРИЗ технологии, здоровые берегающие технологии.

В процессе обучения применяются следующие методы: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный метод, частично-поисковые методы, метод проектов, метод рефлексии. Проектная деятельность способствует повышению интереса обучающихся к работе по данной программе, способствует расширению кругозора, формированию навыков самостоятельной работы. На занятиях используется дифференцированный подход, учитываются интересы и возможности обучающихся. Предусмотрено выполнение заданий разной степени сложности. Таким образом, создаются оптимальные условия для активной деятельности всех обучающихся. Кроме того, на занятиях педагогами создаются цепочки ситуаций, в которых обучающийся добивается хороших результатов, что ведёт к возникновению у него чувства уверенности в своих силах и «лёгкости» процесса обучения. Создание ситуаций успеха на занятиях является одним из основных методов эмоционального стимулирования. Метод рефлексии помогает обучающимся формулировать способы своей деятельности, возникающие проблемы, пути их решения и полученные результаты, что приводит к осознанному образовательному процессу.

## Методическое обеспечение вводного модуля программы

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2	Разновидности беспилотных летательных аппаратов. Квадрокоптеры, виды, особенности конструкции и управления	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, учебный квадрокоптер, набор функциональных элементов	Выполнение практических заданий
3	Применение технологий БПЛА в различных областях	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
4	Подходы к управлению БПЛА	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	Инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, учебный квадрокоптер, набор функциональных элементов	Выполнение практических заданий
5	Основные	Комбин	Словесный	Инструкции,	Компьюте	Выполнени

	принципы управления БПЛА	ированная: лекция, практическое занятие	(устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	мультимедийные материалы	р, мультимедийный проектор, учебный квадрокоптер, набор функциональных элементов	е практических заданий
6	Отработка приемов и навыков управления БПЛА	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	Инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, учебный квадрокоптер, набор функциональных элементов	Выполнение практических заданий
7	Движение в горизонтальной плоскости, элементы управления	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	Инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, учебный квадрокоптер, набор функциональных элементов	Выполнение практических заданий
8	Движение в вертикальной плоскости, элементы управления	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	Инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, учебный квадрокоптер, набор функциональных элементов	Выполнение практических заданий
9	Подъем и посадка БПЛА	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации),	Инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, учебный квадрокоп	Выполнение практических заданий

			практически й (тренинг)		тер, набор функциона льных элементов	
10	Полет по прямой. Поворот. Реверс	Комбин ированн ая: лекция, практич еское занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации) , практически й (тренинг)	Инструкции, мультимедий ные материалы	Компьюте р, мультимед ийный проектор, учебный квадрокоп тер, набор функциона льных элементов	Выполнени е практическ их заданий
11	Полет по заданной траектории	Комбин ированн ая: лекция, практич еское занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации) , практически й (тренинг)	Инструкции, мультимедий ные материалы	Компьюте р, мультимед ийный проектор, учебный квадрокоп тер, набор функциона льных элементов	Выполнени е практическ их заданий
12	Сложные перемещения. Комбинации системы управления	Комбин ированн ая: лекция, практич еское занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации) , практически й (тренинг)	Инструкции, мультимедий ные материалы	Компьюте р, мультимед ийный проектор, учебный квадрокоп тер, набор функциона льных элементов	Выполнени е практическ их заданий
13	Особенности и типичные ошибки при пилотировании БПЛА	Комбин ированн ая: лекция, практич еское занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации) , практически й (тренинг)	Инструкции, мультимедий ные материалы	Компьюте р, мультимед ийный проектор, учебный квадрокоп тер, набор функциона льных элементов	Выполнени е практическ их заданий, рефлексия, отзыв, коллективн ый анализ
14	Подготовка к соревнованиям,	Комбин ированн	Словесный (устное	Инструкции, мультимедий	Компьюте р,	Выполнени е

	тренировочные полеты	ая: лекция, практическое занятие	изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	ные материалы	мультимедийный проектор, учебный квадрокоптер, набор функциональных элементов	практических заданий, рефлексия, отзыв, коллективный анализ
--	----------------------	----------------------------------	---	---------------	---	---

### Методическое обеспечение базового модуля программы

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2	Введение в конструирование БПЛА	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
3	Разработка конструкции основных элементов БПЛА	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, набор для конструирования квадрокоптера	Выполнение практических заданий
4	Анализ и выявление недостатков существующей конструкции БПЛА	Комбинированная: лекция, практическое	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, набор для конструирования квадрокоптера	Выполнение практических заданий

		занятие	и), практический (работа по образцу)			
5	Разработка альтернативных вариантов конструктивных решений для БПЛА	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, набор для конструирования квадрокоптера	Выполнение практических заданий
6	Разработка и модернизация конструкции базового блока БПЛА	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, набор для конструирования квадрокоптера	Выполнение практических заданий
7	Создание 3Д моделей элементов конструкции, прочностной и динамический анализ	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, набор для конструирования квадрокоптера, набор монтажных инструментов	Выполнение практических заданий
8	Изготовление элементов конструкции	Практическое занятие	Словесный (устное изложение), практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы	Компьютер, набор для конструирования квадрокоптера, набор монтажных инструментов	Выполнение практических заданий
9	Модернизация программного обеспечения БПЛА	Практическое занятие	Словесный (устное изложение), практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы	Компьютер, набор для конструирования квадрокоптера, набор на основе	Выполнение практических заданий

					Arduino	
10	Сборка и испытание модернизированного БПЛА	Практическое занятие	Словесный (устное изложение), практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы	Компьютер, набор для конструирования квадрокоптера, набор на основе Arduino	Выполнение практических заданий
11	Подготовка презентационного доклада по результатам модернизации	Практическое занятие	Словесный (устное изложение), практический (работа по образцу)	Мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
12	Подготовка квадрокоптера и камеры	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы	Компьютер, квадрокоптер, набор функциональных элементов	Выполнение практических заданий
13	Составление маршрута полета и задания для аэросъемки	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный практический (работа по образцу)	Инструкции, схемы	Компьютер	Выполнение практических заданий
14	Пилотирование на открытой местности, отработка заданий	Практическое занятие	Практический (тренинг)	Инструкции	Компьютер, квадрокоптер, набор функциональных элементов	Выполнение практических заданий
15	Обработка и анализ полученных результатов	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	Мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий, коллективная рефлексия, отзыв, коллективный анализ работ

## 8. Тематическое содержание программы

## Тематическое содержание вводного модуля

1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	<p><b>Теория (1 ч):</b> Вводный инструктаж «Охрана труда на занятиях. Правила поведения на занятиях».</p> <p>Перспективы применения приобретенных знаний. Знакомство с оборудованием лаборатории. Правила противопожарной безопасности. Санитарно-гигиенические правила в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.4.1251 – 03. Правила грамотного выполнения операций на оборудовании, правила пользования инструментами.</p> <p><b>Практика (1 ч):</b> Знакомство с используемым оборудованием и инструментами.</p>
2	Разновидности беспилотных летательных аппаратов. Квадрокоптеры, виды, особенности конструкции и управления	<p><b>Теория (1 ч):</b> Типы и классификация существующих БПЛА. Конструктивные особенности. Перспективные направления развития.</p> <p><b>Практика (1 ч):</b> Анализ рассмотренных конструкций БПЛА. Информационный анализ предлагаемых моделей БПЛА.</p>
3	Применение технологий БПЛА в различных областях	<p><b>Теория (1 ч):</b> Введение в теорию беспилотного управления, знакомство с существующими примерами использования технологии.</p> <p><b>Практика (1 ч):</b> Предложение по развитию области применения БПЛА. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов ее решения.</p>
4	Подходы к управлению БПЛА	<p><b>Теория (2 ч):</b> Типы управления БПЛА. Конструктивные особенности.</p> <p><b>Практика (2 ч):</b> Изучения конструкции управления учебным квадрокоптером.</p>
5	Основные принципы управления БПЛА	<p><b>Теория (1 ч):</b> Возможности управления БПЛА. Типовые принципы управления БПЛА.</p> <p><b>Практика (1 ч):</b> Освоение системы управления учебным квадрокоптером. Практика управления. Комбинации элементов управления.</p>
6	Отработка приемов и навыков управления БПЛА	<p><b>Теория (1 ч):</b> Типовые приемы управления элементами БПЛА.</p> <p><b>Практика (3 ч):</b> Отработка навыков управления БПЛА.</p>
7	Движение в горизонтальной плоскости, элементы управления	<p><b>Теория (1 ч):</b> Свободное движение в горизонтальной плоскости. Элементы</p>

		управления БПЛА. <b>Практика (1 ч):</b> Отработка свободного полета по горизонтали с использованием элементов управления.
8	Движение в вертикальной плоскости, элементы управления	<b>Теория (1 ч):</b> Вертикальное перемещение. Выбор мощности двигателя. <b>Практика (1 ч):</b> Отработка подъема и снижения с использованием элементов управления.
9	Подъем и посадка БПЛА	<b>Теория (1 ч):</b> Варианты взлета БПЛА. Вертикальный взлет, взлет в движение. Посадка на различные типы поверхностей. Зависание на месте. <b>Практика (1 ч):</b> Отработка вариантов взлета и посадки.
10	Полет по прямой. Поворот. Реверс	<b>Теория (1 ч):</b> Полет по прямой. Движение вперед, назад, вбок. <b>Практика (2 ч):</b> Отработка различных комбинаций прямолинейного полета.
11	Полет по заданной траектории	<b>Теория (1 ч):</b> Криволинейное движение. Особенности управления. <b>Практика (2 ч):</b> Отработка полет по криволинейному маршруту. Использование системы дистанционного управления.
12	Сложные перемещения. Комбинации системы управления	<b>Теория (1 ч):</b> Полет по сложной траектории. Основные принципы управления. <b>Практика (2 ч):</b> Полетная практика на тренировочном маршруте.
13	Особенности и типичные ошибки при пилотировании БПЛА	<b>Теория (1 ч):</b> Типовые ошибки, возникающие при управлении БПЛА. Аварийное пилотирование. <b>Практика (1 ч):</b> Отработка аварийных ситуаций при пилотировании БПЛА.
14	Подготовка к соревнованиям, тренировочные полеты	<b>Теория (1 ч):</b> Изучение правил и тактики соревнований БПЛА. <b>Практика (2 ч):</b> Тренировочные полеты по подготовке к соревнованиям.

### Тематическое содержание базового модуля

№	Тема занятия	Содержание занятия
1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	<b>Теория (1 ч):</b> Вводный инструктаж «Охрана труда на занятиях. Правила поведения на занятиях». Перспективы применения приобретённых знаний. Знакомство с

		оборудованием лаборатории. Правила противопожарной безопасности. Санитарно-гигиенические правила в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.4.1251 – 03. Правила грамотного выполнения операций на оборудовании, правила пользования инструментами. <b>Практика (1 ч):</b> Знакомство с используемым оборудованием и инструментами.
2	Введение в конструирование БПЛА	<b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с кейсом, введение в конструирование летательных аппаратов. Базовые конструктивные решения БПЛА. <b>Практика (1 ч):</b> Анализ типовых конструкций БПЛА. Информационный поиск.
3	Разработка конструкции основных элементов БПЛА	<b>Теория (1 ч):</b> Алгоритмы разработки базовых элементов БПЛА. <b>Практика (1 ч):</b> Разработка конструкции элементов БПЛА по вариантам.
4	Анализ и выявление недостатков существующей конструкции БПЛА	<b>Теория (1 ч):</b> Анализ конструкции учебного БПЛА на предмет возможной модернизации. <b>Практика (1 ч):</b> Выявление возможности модернизации конструкции, информационный поиск.
5	Разработка альтернативных вариантов конструктивных решений для БПЛА	<b>Теория (1 ч):</b> Конструктивные приемы, используемые для разработки элементов БПЛА. <b>Практика (1 ч):</b> Проработка альтернативных вариантов конструкции типовых элементов БПЛА.
6	Разработка и модернизация конструкции базового блока БПЛА	<b>Теория (1 ч):</b> Использование готовых конструктивных решений. Создание конструкторской документации. <b>Практика (1 ч):</b> Разработка конструкторской документации модернизированных элементов.
7	Создание 3Д моделей элементов конструкции, прочностной и динамический анализ	<b>Теория (1 ч):</b> Использование пакетов инженерной 3Д графики при реализации конструкторских решений. <b>Практика (2 ч):</b> Создание 3Д моделей модернизированных элементов конструкции.
8	Изготовление элементов конструкции	<b>Практика (3 ч):</b> Изготовление модернизированных элементов конструкции с использованием 3Д печати. Постобработка и сборка

		конструктивных элементов.
9	Модернизация программного обеспечения БПЛА	<b>Практика (3 ч):</b> Доработка программного обеспечения БПЛА с учетом модернизированной конструкции.
10	Сборка и испытание модернизированного БПЛА	<b>Практика (2 ч):</b> Сборка и испытание модернизированного БПЛА.
11	Подготовка презентационного доклада по результатам модернизации	<b>Практика (3 ч):</b> Разработка презентационного материала по результатам модернизации базовой конструкции БПЛА. Подготовка к докладу.
12	Подготовка квадрокоптера и камеры	<b>Теория (1 ч):</b> Изучение инструкции, выбор оптимальных настроек квадрокоптера и камеры. <b>Практика (1 ч):</b> Настройка квадрокоптера, камеры и пульта управления.
13	Составление маршрута полета и задания для аэросъемки	<b>Теория (1 ч):</b> Изучение местности. <b>Практика (1 ч):</b> Составление маршрута полета и задания для аэросъемки
14	Пилотирование на открытой местности, отработка заданий	<b>Практика (2 ч):</b> Испытательный полет на открытой местности с аэросъемкой, отработка различных режимов полета.
15	Обработка и анализ полученных результатов	<b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с принципами подготовки видеоматериалов и отчета о выполненном задании <b>Практика (3 ч):</b> Подготовка видеоматериала по результатам испытательных полетов, анализ полученных результатов

## 9. Список рекомендованной литературы

### Для преподавателя:

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Моло-дежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения 20.04.2014).

2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 №8

Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (Дата обращения 20.10.15).

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

4. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.

5. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: [http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.html](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html) (Дата обращения 20.10.15).

#### **Для обучающихся:**

1. Образовательно-методический сайт «WICOPTER» - [www.wicopter.pro](http://www.wicopter.pro).
2. Мунро Б. Боевые самолёты. – М., АСТ Астрель, 2003.
3. Ружицкий Е.Н. Европейские самолёты вертикального взлёта. – М., Астрель АСТ, 2003.
4. Герои Русской авиации. М., 2006 г.
5. История открытий. Энциклопедия. М., «Росмен» 2005г.4. Самолеты. Энциклопедия. М., «Росмен» 2003г.
6. Радиоуправляемые Авиамodelи - <http://www.rcdesign.ru/articles/avia>
7. Федерация авиамodelьного спорта России - <http://www.fasr.ru>
8. Сайт авиамodelирования - <http://aviamodeling.narod.ru/>

## Приложения

### Приложение 1

#### Нормативно-правовая база

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (принят ГД ФС РФ 21.12.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://graph-kremlin.consultant.ru/page.aspx?1646176>

2. Стратегия Научно-технологического развития Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016г. №642 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

3. О Национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. N 196 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» [Электронный ресурс].-...

5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» [Электронный ресурс].

6. Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/14644/>

7. Концепция развития дополнительного образования детей (утв. распоряжением Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>

8. Распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/18312/>

9. Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 мая 2015 года №996-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/media/files/f5Z8H9tgUK5Y9qtJ0tEFnyHlBitwN4gB.pdf>

## **Кейс «Применение технологий БПЛА в различных областях»**

### **Структура кейса**

- Вводный кейс «Применение технологий БПЛА в различных областях»
- При выборе данной линии для деятельности обучающиеся изучают основные параметры и функции квадрокоптеров, существующие и перспективные в ближайшем будущем области применения БПЛА.
- Сферы использования БПЛА стремительно расширяются. В данном кейсе предполагается выполнить анализ проблем, которые могут быть решены путем применения БПЛА. Проблемы должны затрагивать реальные отрасли экономики, промышленности, природопользования и т.д.
- Категория кейса – вводный.
- Место кейса в структуре модуля: вводный кейс;

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс (может варьироваться в зависимости от уровня подготовки, условий, и т.д.) – 2 часа / 1 занятие.

### **ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

#### **1. Введение.**

Ознакомление учащихся с разновидностями беспилотных летательных аппаратов, особенностями их конструкции и управления.

#### **2. Подготовительный этап.**

Постановка задачи исследования. Изучение параметров и функций различных типов квадрокоптеров, а также динамики их развития. (Учебная деятельность)

#### **3. Реализационный этап.**

1-Й ПОДЭТАП. Выбор широкой области, для решения проблем в которой могут быть использованы технологии БПЛА (например, природопользование, торговля и т.д.). (Исследовательская деятельность)

2-Й ПОДЭТАП. Выявление проблемы, которая может быть успешно решена с использованием квадрокоптеров (с учетом развития их параметров и функциональности в будущем). (Исследовательская деятельность)

3-Й ПОДЭТАП. Разработка решения проблемы с помощью технологий БПЛА, обоснование эффектов. (Исследовательская деятельность)

4-Й ПОДЭТАП. Подготовка отчета по результатам исследований в форме презентации. (Творческая деятельность).

4. Экспертный этап.

Анализ результатов исследований, способов их представления и способов достижения результатов.

5. Финализация кейса.

Формулирование выводов о возможности использования технологий БПЛА в различных областях сейчас и в ближайшем будущем.

### ДОРОЖНАЯ КАРТА МОДУЛЯ

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат продуктивный	Планируемый результат образовательный
Введение	Обоснование актуальности работы над задачами кейса	Беседа о необходимости внедрения технологий БПЛА в различные сферы жизни населения и области промышленности	Погружение учащихся в проблематику эффективного использования БПЛА.	Актуализация знаний по вопросам разновидности БПЛА, особенностям их конструкций и управления.
Подготовительный	Постановка задачи. Изучение параметров и функций различных типов квадрокоптеров.	Определение показателей, влияющих на возможности использования БПЛА. Составление таблицы показателей, которыми характеризуются самые современные квадрокоптеры	Перечень показателей, которые влияют на возможности использования БПЛА. Таблица с данными показателями, которыми характеризуются современные квадрокоптеры	Умение декомпозировать задачи. Определение сути проблемной ситуации, которую предлагается использовать как основу создания кейса; Знание, чем характеризуется функциональность квадрокоптеров.
Реализационный	Выбор области перспективного использования БПЛА и характеристика проблем	Исследование данных	Характеристика проблем выбранной области	Получение навыков анализа информации из окружающего мира.
	Выявление и описание проблемы,	Исследование данных	Характеристика проблемы	Получение навыков анализа информации

	которая может быть решена с использованием квадрокоптеров			
	Разработка решения проблемы с помощью технологий БПЛА	Исследование данных	Описание или методика применения БПЛА для решения проблемы	Получение навыков расчета и прогнозирования
	Подготовка отчёта по результатам исследований в форме презентации.	Исследование данных	Презентация	Получение навыков представления результатов.
Экспертный	Коммуникация с экспертным сообществом	Обсуждение результатов работы над задачей кейса, рефлексия результатов, постановка последующих целей	Получена экспертная оценка, разработан план-график дальнейшей реализации	

**ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ**  
**Основное оборудование и материалы**

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Кол-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб. (если необходимо)	Сумма, руб. (если необходимо)
1	Стол компьютерный для	-	14 шт.	размер -	-	-

	обучающихся			достаточный для размещения за одним столом двоих обучающихся		
2	Стол компьютерный для преподавателя	-	1 шт.		-	-
3	Стул офисный	-	15 шт.	на колесиках с регулируемой высотой сиденья и наклоном спинки	-	-
5	Стационарные персональные компьютеры (ноутбуки)	-	15 шт.	системный блок, монитор, клавиатура USB, мышь USB, с доступом в интернет	-	-
7	Проектор с проекционным экраном	-	1 шт.	-	-	-
8	Пульт для дистанционного переключения слайдов	-	1 шт.	-	-	-
9	Магнито-маркерная доска	-	1 шт.	-	-	-

## **Кейс «Пилотирование БПЛА»**

### **Структура кейса**

- Углубленный кейс «Пилотирование БПЛА»
- При выборе данной линии для деятельности обучающиеся изучают принципы управления БПЛА и выполняют задания по пилотированию различной сложности.
- Основным практическим навыком при освоении программы является умение пилотирования квадрокоптером и выполнение указанных действий. Предложено выполнение заданий (с возрастанием их сложности) с последующим разбором ошибок.
- Категория кейса – углубленный.
- Место кейса в структуре модуля: вводный кейс;

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс (может варьироваться в зависимости от уровня подготовки, условий, и т.д.) – 10 часов / 10 занятий.

### **ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

#### **1. Введение.**

Ознакомление учащихся с программными средствами для управления квадрокоптерами.

#### **2. Подготовительный этап.**

Изучение представленных задач для выполнения пилотирования.  
(Учебная деятельность)

#### **3. Реализационный этап.**

1-Й ПОДЭТАП. Написание скрипта для выполнения поставленной задачи пилотирования. (Практическая деятельность)

2-Й ПОДЭТАП. Проверка скрипта преподавателем и отработка с помощью квадрокоптера. (Практическая деятельность)

3-Й ПОДЭТАП. Выполнение задания для пилотирования без программирования квадрокоптера. Сравнение результатов пилотирования. (Практическая деятельность)

4. Экспертный этап.

Анализ результатов пилотирования, разбор типичных ошибок при пилотировании БПЛА.

5. Финализация кейса.

Выполнение тренировочных полетов и подготовка к соревнованиям.

## ДОРОЖНАЯ КАРТА МОДУЛЯ

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат продуктовый	Планируемый результат образовательный
Введение	Ознакомление с программными средствами для управления квадрокоптерами	Ознакомление учащихся программными средствами для управления квадрокоптерами	Ознакомление учащихся с программными средствами для написания программ и управления квадрокоптером с помощью мобильного телефона.	Получение первоначальных знаний о возможности создания программы (скрипта) для управления квадрокоптерами.
Подготовительный	Изучение представленных задач для выполнения пилотирования.	Изучаются задачи и расставляются по мере сложности их выполнения.	Знание о возможностях полета квадрокоптера.	Умение декомпозировать задачи. Определение сути проблемной ситуации, которую предлагается использовать как основу создания кейса.
Реализационный	Написание скрипта для выполнения поставленной задачи пилотирования	Практическая деятельность	Программа, позволяющая квадрокоптеру пролететь заданный маршрут и выполнить задания	Получение навыков программирования
	Выполнение полета квадрокоптером под	Практическая деятельность	Выполнение задания для пилотирования	Получение навыков управления

	управлением программой			квадрокоптером
	Выполнение полета квадрокоптером без управления программой	Практическая деятельность	Выполнение задания для пилотирования	Получение навыком управления квадрокоптером
Экспертный	Коммуникация с экспертным сообществом	Обсуждение результатов пилотирования, разбор типичных ошибок при пилотировании	Получена экспертная оценка	

### ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

#### Основное оборудование и материалы

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Кол-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб. (если необходимо)	Сумма, руб. (если необходимо)
1	Стол компьютерный для обучающихся	-	14 шт.	размер - достаточный для размещения за одним столом двоих обучающихся	-	-
2	Стол компьютерный для преподавателя	-	1 шт.		-	-
3	Стул офисный	-	15 шт.	на колесиках с	-	-

				регулируемой высотой сиденья и наклоном спинки		
5	Стационарные персональные компьютеры (ноутбуки)	-	15 шт.	системный блок, монитор, клавиатура USB, мышь USB, с доступом в интернет	-	-
7	Проектор с проекционным экраном	-	1 шт.	-	-	-
8	Пульт для дистанционного переключения слайдов	-	1 шт.	-	-	-
9	Учебные квадрокоптеры	-	5 шт.	-	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Задание: взлететь, "сделать квадрат" наклонами и сесть на то же место.

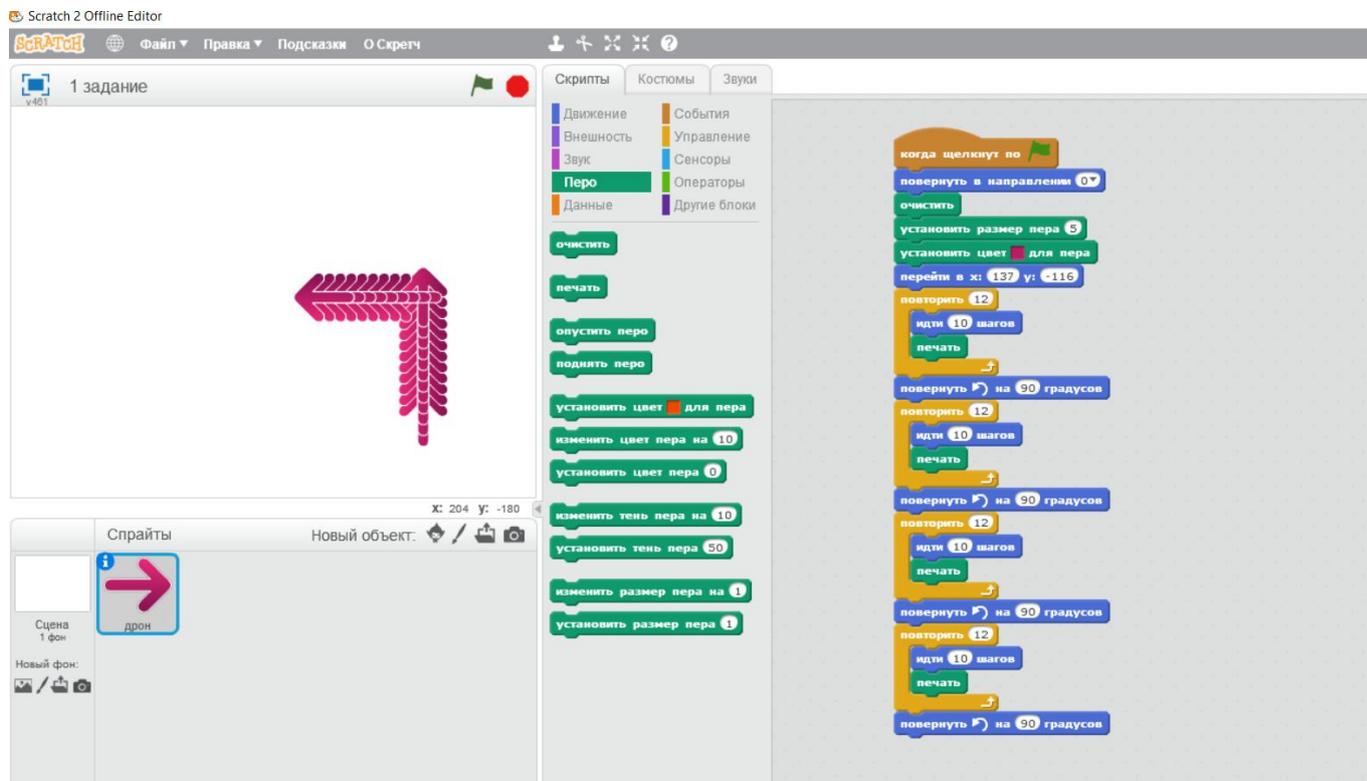


Рисунок 1 -Интерфейс программы к заданию 1

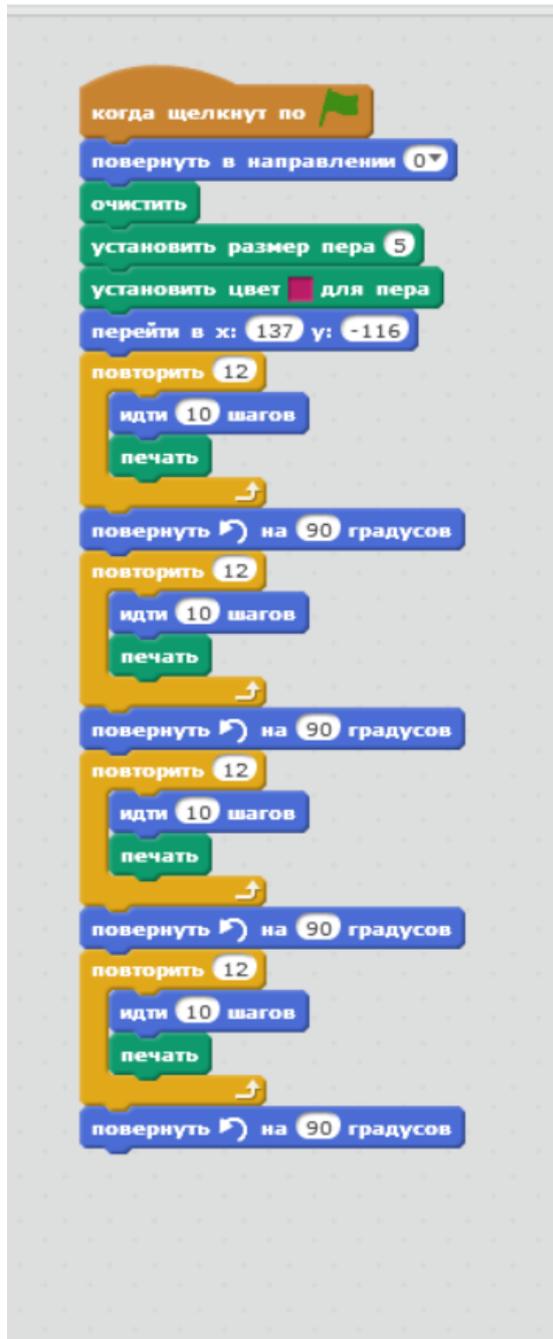


Рисунок 2 - Скрипт к заданию 1

Задание: Дрон стоит на земле. Перед ним препятствие, его нужно облететь со стороны и сесть. Подождать несколько секунд, взлететь и вернуться на исходную.

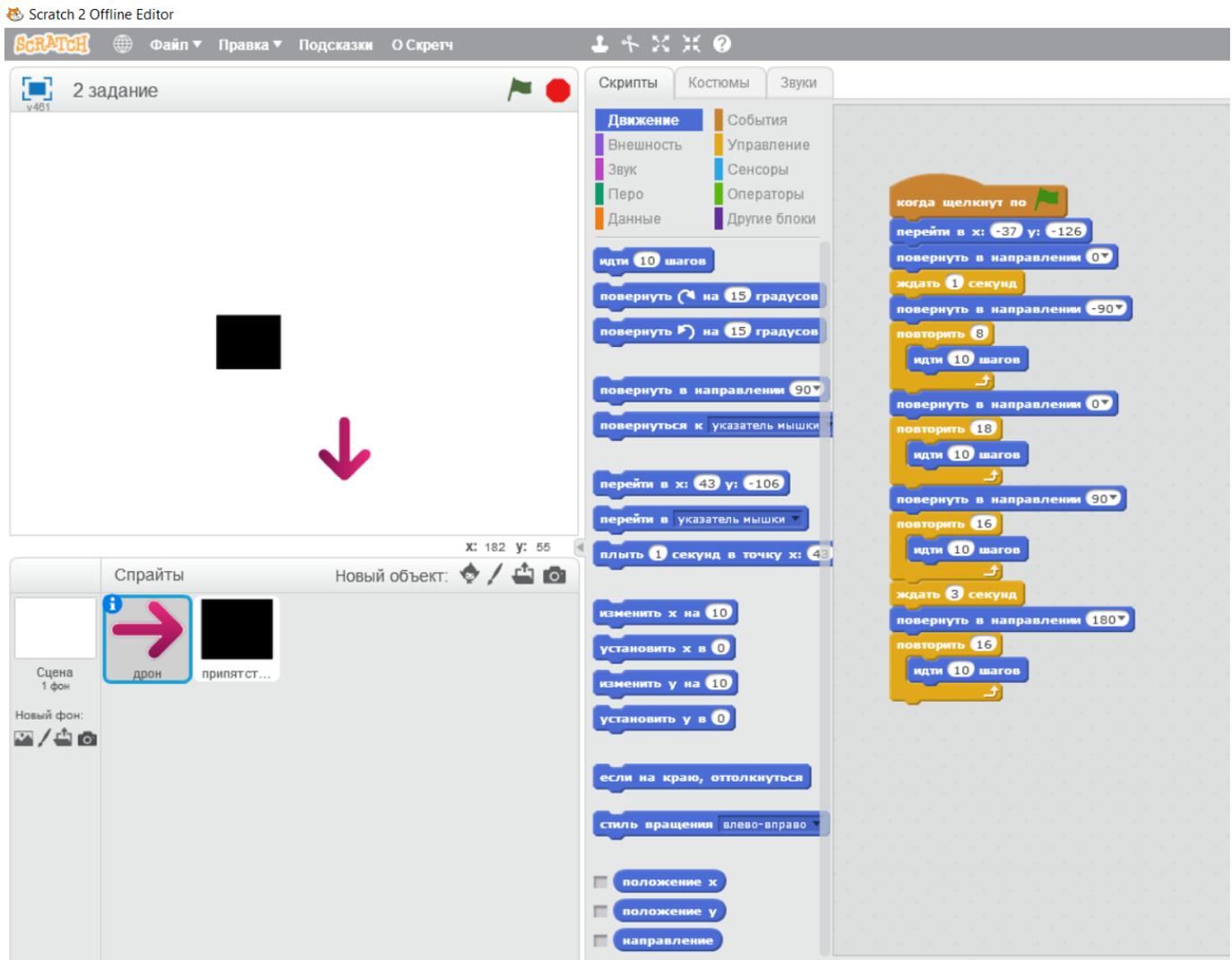


Рисунок 3 -Интерфейс программы к заданию 2

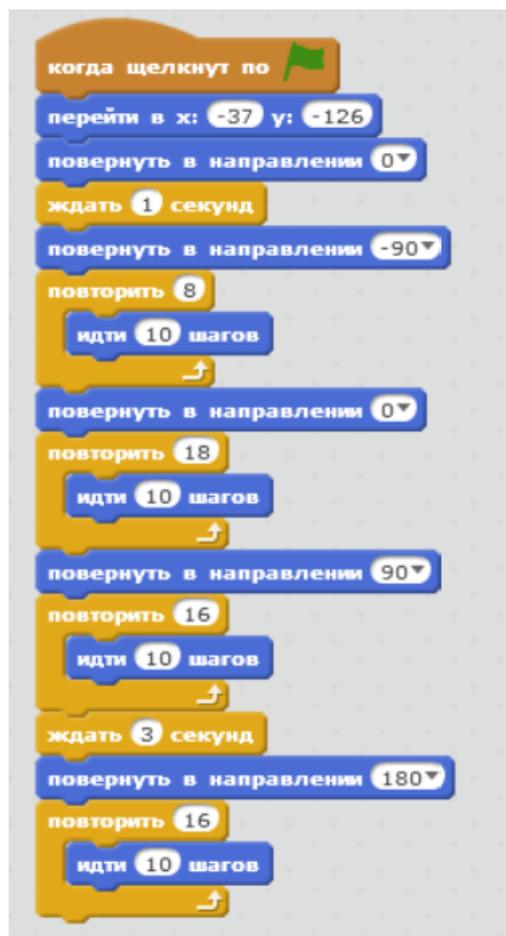


Рисунок 4 - Скрипт к заданию 2

## **Кейс «Конструирование летательных аппаратов»**

### **Структура кейса**

- Вводный кейс «Конструирование летательных аппаратов»
- При выборе данной линии для деятельности обучающиеся изучают основы конструирования БПЛА, разрабатывают варианты конструктивных решений для БПЛА, создают 3-Д модели элементов конструкции, осуществляют сборку и испытание модернизированного БПЛА.
- Помимо управления квадрокоптерами важные задачи связаны с совершенствованием их конструкции. В данном кейсе предполагается выполнить анализ недостатков существующей конструкции БПЛА, разработать и реализовать альтернативные варианты решений для БПЛА.
- Категория кейса – вводный.
- Место кейса в структуре модуля: вводный кейс;  
Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс (может варьироваться в зависимости от уровня подготовки, условий, и т.д.) – 24 часа / 12 занятий.

### **ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

#### **1. Введение.**

Ознакомление учащихся с задачами конструирования БПЛА.

#### **2. Подготовительный этап.**

Постановка задачи исследования. Анализ и выявление недостатков существующей конструкции БПЛА. (Учебная деятельность)

#### **3. Реализационный этап**

1-Й ПОДЭТАП. Разработка альтернативных вариантов конструктивных решений для БПЛА, модернизация конструкции базового блока БПЛА. (Исследовательская деятельность)

2-Й ПОДЭТАП. Создание 3-Д моделей элементов конструкции и их изготовление. (Исследовательская деятельность)

3-Й ПОДЭТАП. Модернизация программного обеспечения БПЛА.  
(Исследовательская деятельность)

4-Й ПОДЭТАП. Сборка и испытание модернизированного БПЛА.  
(Исследовательская деятельность)

5-Й ПОДЭТАП. Подготовка презентационного доклада по результатам модернизации. (Творческая деятельность)

4. Экспертный этап.

Анализ результатов исследований, способов их представления и способов достижения результатов.

5. Финализация кейса.

Формулирование выводов о результатах модернизации конструкции и программного обеспечения БПЛА.

### ДОРОЖНАЯ КАРТА МОДУЛЯ

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат продуктивный	Планируемый результат образовательный
Введение	Обоснование актуальности работы над задачей кейса	Обзор задач конструирования БПЛА	Погружение учащихся в проблематику модернизации существующих конструкций БПЛА	Актуализация знаний по вопросам конструирования БПЛА.
Подготовительный	Постановка задачи. Анализ и выявление недостатков существующей конструкции БПЛА.	Определение основных конструктивных решений, влияющих на характеристики БПЛА. Анализ и выявление недостатков существующих решений	Аналитическая таблица по конструктивным решениям БПЛА	Определение сути проблемной ситуации, которую предлагается использовать как основу создания кейса; Знание, как определить недостатки существующей конструкции.
Реализационный	Разработка альтернативных вариантов конструктивных решений для БПЛА	Исследование данных	Варианты конструктивных решений для БПЛА	Получение навыков конструирования
	Создание 3-Д моделей конструкции и их изготовление	Исследование данных	3-Д модели конструкции элементов для БПЛА	Получение навыков 3-Д моделирования и печати
	Модернизация программного обеспечения БПЛА	Исследование данных	Программа управления БПЛА	Получение навыков программирования.

	Сборка и испытание модернизированного БПЛА.	Исследование данных	Модернизированная модель БПЛА	Получение навыков конструирования.
	Подготовка презентационного доклада по результатам модернизации	Исследование данных	Презентация	Получение навыков представления результатов.
Экспертный	Коммуникация с экспертным сообществом	Обсуждение результатов работы над задачей кейса, рефлексия результатов, постановка последующих целей	Получена экспертная оценка, разработан план-график дальнейшей реализации	

### **ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ**

#### **Основное оборудование и материалы**

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Кол-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб. (если необходимо)	Сумма, руб. (если необходимо)
1	Стол компьютерный для обучающихся	-	14 шт.	размер - достаточный для размещения за одним столом двоих	-	-
2	Стол компьютерный для преподавателя	-	1 шт.	размер - достаточный для размещения за одним столом двоих	-	-

				обучающихся		
3	Стул офисный	-	15 шт.	на колесиках с регулируемой высотой сиденья и наклоном спинки	-	-
5	Стационарные персональные компьютеры (ноутбуки)	-	8 шт.	системный блок, монитор, клавиатура USB, мышь USB, с доступом в интернет	-	-
7	Проектор с проекционным экраном	-	1 шт.	-	-	-
8	Пульт для дистанционного переключения слайдов	-	1 шт.	-	-	-
9	Набор для конструирования квадрокоптера	-	3 шт.	-	-	-
10	Набор функциональных элементов для квадрокоптера	-	3 шт.	-	-	-
11	Комплект запасных частей для конструирования квадрокоптера	-	3 шт.	-	-	-
12	Набор монтажных инструментов	-	3 шт.	-	-	-
13	3-Д принтер	-	1 шт.	-	-	-

## **Кейс «Аэросъемка с помощью квадрокоптера»**

### **Структура кейса**

- Углубленный кейс «Аэросъемка с помощью квадрокоптера»
- При выборе данной линии для деятельности обучающиеся изучают принципы выполнения аэросъемки с помощью БПЛА и выполняют задания по картографированию местности.
- Важной областью применения БПЛА является их использования для аэросъемки (картографирования) местности. Предложено выполнение заданий по выполнению аэросъемки с использованием специального (предназначенного для подобных задач) квадрокоптера.
- Категория кейса – углубленный.
- Место кейса в структуре модуля: вводный кейс;

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс (может варьироваться в зависимости от уровня подготовки, условий, и т.д.) – 10 часов / 10 занятий.

### **ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

#### **1. Введение.**

Ознакомление учащихся с квадрокоптером и оборудованием для выполнения аэросъемки.

#### **2. Подготовительный этап.**

Изучение принципов выполнения аэросъемки, подготовка и настройка оборудования. (Учебная деятельность)

#### **3. Реализационный этап.**

1-Й ПОДЭТАП. Составление маршрута полета и задания для аэросъемки. (Практическая деятельность)

2-Й ПОДЭТАП. Пилотирование на открытой местности, отработка заданий. (Практическая деятельность)

#### **4. Экспертный этап.**

Обработка и анализ полученных результатов, разбор допущенных ошибок.

#### 5. Финализация кейса.

Подготовка презентационного доклада по результатам выполнения заданий.

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат продуктивный	Планируемый результат образовательный
Введение	Ознакомление с квадрокоптером и оборудованием для выполнения аэросъемки	Ознакомление учащихся с функциональными возможностями, особенностями управления квадрокоптером для выполнения аэросъемки	Ознакомление учащихся с квадрокоптером и оборудованием для выполнения аэросъемки	Получение первоначальных знаний о выполнении аэросъемки с помощью квадрокоптера.
Подготовительный	Изучение принципов выполнения аэросъемки, подготовка и настройка оборудования.	Изучаются принципы выполнения аэросъемки, выполняется настройка оборудования	Квадрокоптер и оборудование, готовые к выполнению аэросъемки.	Знание о принципах аэросъемки.
Реализационный	Составление маршрута полета и задания для аэросъемки	Практическая деятельность	Маршрут полета и задание для выполнения аэросъемки	Получение навыков построения маршрутов полета
	Пилотирование на открытой местности, отработка заданий	Практическая деятельность	Выполнение задания для пилотирования	Получение навыком управления квадрокоптером и выполнения аэросъемки
Экспертный	Коммуникация с экспертным	Обсуждение результатов	Получена экспертная оценка	

	сообществом	аэросъемки, разбор ошибок		
--	-------------	---------------------------	--	--

**ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ**  
**Основное оборудование и материалы**

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Кол-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб. (если необходимо)	Сумма, руб. (если необходимо)
1	Стол компьютерный для обучающихся	-	14 шт.	размер - достаточный для размещения за одним столом двоих обучающихся	-	-
2	Стол компьютерный для преподавателя	-	1 шт.	размер - достаточный для размещения за одним столом двоих обучающихся	-	-
3	Стул офисный	-	15 шт.	на колесиках с регулируемой высотой сиденья и наклоном спинки	-	-
5	Стационарные персональные компьютеры (или ноутбуки)	-	7 шт.	системный блок, монитор, клавиатура USB, мышь USB, с доступом в интернет	-	-

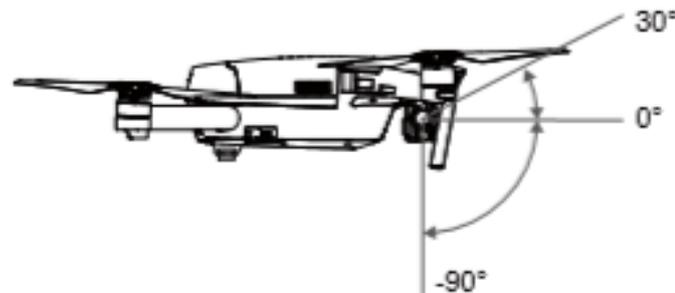
7	Проектор с проекционным экраном	-	1 шт.	-	-	-
8	Пульт для дистанционного переключения слайдов	-	1 шт.	-	-	-
9	Учебный квадрокоптер для выполнения аэросъемки	-	1 шт.	-	-	-
10	Набор функциональных элементов для квадрокоптера	-	1 шт	-	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Установка камеры на квадрокоптер (Mavic)

#### Профиль подвеса камеры

3-х осевой подвес обеспечивает устойчивую основу для камеры, что позволяет получать четкие и стабильные фотографии и видео. Подвес может наклонять камеру в пределах 120°.



С помощью диска управления подвесом на пульте ДУ управляйте наклоном камеры или перейдите к пункту «Camera View» в приложении DJI GO 4, коснитесь экрана и удерживайте его, пока не появится синий круг, затем перетащите круг, чтобы управлять наклоном камеры. Управляемый диапазон оси подвеса камеры составляет от 0° до 90°, что позволяет снимать в ландшафтном и портретном режимах. При включенном портретном режиме ось вращения будет повернута на 90°.

- Для съемки фотографий рекомендуется использовать портретный режим. Когда коптер управляется таким образом, что например происходит экстренное торможение или полет в спортивном режиме, ось поворота подвеса камеры может достигать своей конечной точки и вызывать вибрацию подвеса.

#### Режимы работы подвеса

Для подвеса доступны два режима работы. Переключение между различными режимами работы на странице настроек камеры приложения DJI GO 4. Обратите внимание, что мобильное устройство должно быть подключено к пульту ДУ для применения изменений. Обратитесь к таблице ниже для деталей:

	Follow Mode	Угол между ориентацией подвеса и носом коптера остается постоянным в любое время.
	FPV Mode	Подвес камеры будет синхронизироваться с движением самолета, чтобы обеспечить опыт полета от первого лица.
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Снимите фиксатор подвеса перед включением коптера.</li><li>• Ошибка двигателя подвеса может возникнуть в таких ситуациях:<ul style="list-style-type: none"><li>(1) Коптер находится на неровной поверхности или для движения подвеса имеются препятствия.</li><li>(2) Подвес подвергался чрезмерным внешним усилиям, таких как столкновение.</li></ul>Пожалуйста, взлетайте с ровной, открытой поверхности и всегда защищайте Подвес.</li><li>• Полет в условиях сильного тумана или облаках могут сделать подвес влажным, что приводит к временным сбоям. Подвес восстановит полную функциональность после того, как высохнет.</li><li>• Для подвеса нормально, когда он издает звук коротким импульсом при инициализации.</li></ul>	