

## Содержание

Введение .....	3
Механизм реализации проекта. ....	9
I ЭТАП. Подготовительный. ....	9
Задачи этапа .....	9
Промежуточные результаты.....	10
Социальная значимость проекта. ....	12
II ЭТАП. Практический.....	13
Задачи этапа .....	13
Содержание предметной деятельности участников проекта. ....	14
Тематическое планирование.....	14
Промежуточная защита. ....	17
Социальные партнёры проекта.....	17
III ЭТАП. Результативный. ....	19
Задачи этапа .....	19
Заключение .....	20
Критерии оценивания проекта .....	20
Перспективы дальнейшего развития проекта.....	22
Литература и интернет-ресурсы .....	23
Приложения.....	24

## Введение

Исторически сложилось так, что Челябинская область относится к крупнейшим промышленным регионам России. Развитие промышленности и соответственно возникновение городов вокруг развивающихся предприятий, существенный рост населения начались еще в XVIII веке. Административное формирование территории области явилось продолжением политики Петра I по развитию производительных сил России и расширению ее границ.

На протяжении последних трех веков на территории Южного Урала происходит развитие промышленности, формируются особые требования к подготовке рабочих и инженерно-технических кадров.

В условиях финансово-экономического кризиса многие предприятия проходят процедуру банкротства, инвестиции сокращаются, не хватает квалифицированных инженерных и технических кадров. Основные доходы в областной бюджет по-прежнему приносит металлургическая отрасль.<sup>1</sup>

В настоящее время по масштабам чёрной металлургии область не имеет себе равных в стране. Опираясь на собственную металлургическую базу, активно развивается машиностроение. Эти отрасли вместе с цветной металлургией дают почти 50% всей промышленной продукции. На территории области находится больше всего в России атомоградов, то есть городов, принадлежащих к комплексу атомной промышленности: Снежинск, Озёрск, Трёхгорный. На территории области организовано:

- изучение и испытание материалов, конструкций и устройств, требуемых для атомной промышленности;
- переработка и утилизация ядерного топлива;
- производство радиоактивных изотопов, применяемых в том числе и в медицине;

---

<sup>1</sup> <http://pravmin74.ru/chelyabinskaya-oblast/istoriya/>

- производство приборов для атомной промышленности.<sup>2</sup>

В соответствии с Приказом Министерства образования и науки Челябинской области от 29.09.2014 № 01/2887В разработана Концепция развития естественно-математического и технологического образования в Челябинской области «ТЕМП». В документе проанализированы и сформулированы причины «обусловившие снижение качества естественно-математического и технологического образования в общеобразовательных организациях Челябинской области как стартовой ступени процесса воспроизводства кадровых ресурсов для региональной экономики».

Отмечается, что «использование механизма популяризации системы естественно-математического и технологического образования обуславливается стремлением преодолеть наметившуюся устойчивую тенденцию снижения интереса обучающихся к соответствующему сегменту научных знаний, а также желанием нивелировать индифферентное отношение общественности к инженерным и рабочим профессиям. Совершенно очевидно, что подобное безразличное отношение подрастающего поколения к технологическому и естественно-математическому образованию как основе получения инженерной или высокотехнологичной рабочей профессии идет вразрез с политикой промышленного региона в области воспроизводства высококвалифицированных кадровых ресурсов.<sup>3</sup>

Таким образом, обозначено противоречие между растущей потребностью в высококвалифицированных инженерно-технических и рабочих кадрах и недостаточным уровнем их мотивированности на будущую специальность и образовательной и профессиональной подготовкой.

---

<sup>2</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Челябинская\\_область](https://ru.wikipedia.org/wiki/Челябинская_область)

<sup>3</sup> [chippkro@ipk74.ru](mailto:chippkro@ipk74.ru).

Авторы данного проекта считают, что в решении проблемы, сформулированной в концепции «ТЕМП», должны участвовать в той или иной мере все работники образовательных организаций, а особенно учителя таких предметных областей, как «Математика и информатика», «Естественно-научные предметы», «Технология». Представленный проект является конкретным вкладом учителя математики Ремезовой М.Е. и педагога дополнительного образования Хейна В.М. в решение данной проблемы. Проект считается практико-ориентированным, так как нацелен на интересы самих участников проекта и реализует иные, чем это принято в традиционной практике формы организации деятельности педагогов и учащихся.

**Объект** исследования: процесс развития инженерно-технического и творческого потенциала учащихся путем вовлечения их в практическую деятельность по созданию реально действующего летательного аппарата.

**Предмет** исследования: самостоятельно разработанный летательный аппарат. Конечным результатом деятельности участников является: квадрокоптер – программно управляемый беспилотный летательный аппарат.

**Тема:** «Инженерно-техническое моделирование во внеурочной деятельности как средство развития проектных и исследовательских умений обучающихся».

Проект является метапредметным (полипредметным), так как для его реализации участникам потребуются базовые (в рамках соответствующего класса) и расширенные (полученные с опережением) знания в рамках предметных областей «Математика и информатика», «Естественно-научные предметы» (физика) и «Технология».

**Цель:** создание действующей модели программно-управляемого беспилотного летательного аппарата на основе формирования навыков моделирования технологических процессов и практического конструирования.

**Задачи проекта:**

Задачи проекта для обучающихся	Задачи для координаторов (руководителей) проекта
1. Получить представление о разнообразии специальностей технического направления и видов деятельности.	1. Способствовать развитию мотивации к осознанному выбору инженерно-технических и рабочих профессий в соответствии с ситуацией на рынке труда и индивидуальными возможностями обучающихся.
2. Приобрести навыки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнения конструктивных схем и рисунков отдельных узлов и летательного аппарата в целом;</li> <li>• технологии сборки квадрокоптера (выбор материала, способы соединения деталей и т.п.)</li> </ul>	2. Формировать навыки моделирования технологических процессов и практического конструирования
3. Изучить теоретические основы управления летательным аппаратом (математические, физические, программные).	3. Дать понятие о базовых научных принципах программного управления созданной моделью.
4. Использовать возможности получения дополнительных знаний для раскрытия и развития своего личностного потенциала.	4. Создать условия для вовлечения учащихся в сферу технологического и естественно-математического образования
5. Овладеть навыками: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проектной деятельности: умениями сформулировать проблему, определить продукт и</li> </ul>	5. Использовать возможность интеграции элементов педагогических технологий проблемного обучения, метода

<p>форму его презентации, план и средства реализации проекта и т.д.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Критического мышления: на основе само- и группового анализа осуществлять распределение ролей в группе, самостоятельно принимать аргументированные решения, на основе полученных результатов делать вывод о преимуществах и недостатках собранной модели, проведенных расчетах, выбранных материалах и т.д.</li> </ul>	<p>проектов и критического мышления на этапе реализации проекта.</p>
<p>6. Овладеть навыками презентации результатов своего труда: публичное выступление, защита проекта и др.</p>	<p>6. Создать методическую разработку по итогам проделанной работы, предназначенную учителям общеобразовательных учреждений и педагогам дополнительного образования.</p>

В МБОУ СОШ №125 разработана и внедряется в практику Модель обеспечения современного качества общего образования на основе государственно-общественного управления. Согласно основополагающему принципу этой модели, Управляющий Совет Учреждения призван выступать от имени родительской общественности как социального партнёра. Управляющий Совет (его представители) будут привлечены в качестве независимых экспертов для оценки результативности проекта.

**Задачи проекта для экспертов.**

1. Осуществлять наблюдение за ходом реализации проекта (соблюдением прав ребёнка (участников проекта), выполнением санитарных норм и требований техники безопасности).
2. Всячески способствовать развитию положительной мотивации участников проекта, поддерживать научно-техническое направление деятельности.
3. Получать информацию о ходе реализации проекта и участвовать в её распространении. По возможности, проводить самим или привлекать других лиц к проведению консультаций по специальным вопросам, которые могут возникнуть у участников проекта.
4. Принимать участие в мероприятиях промежуточной защиты. Способствовать популяризации инженерно-технических специальностей среди обучающихся.
5. По окончании работы произвести экспертную оценку продукта в соответствии с разработанными критериями.

# Механизм реализации проекта.

## І ЭТАП. Подготовительный.

Сроки: июнь-сентябрь 2015.

### Задачи этапа

1. Сформировать группу учащихся, которые будут принимать участие в работе.
2. Определить, каков будет личный вклад руководителей проекта – инженера-физика и учителя математики и информатики – на каждом этапе его реализации.
3. Составить план работы, определить основную тематику теоретических и практических занятий.
4. Изучить материально-техническую и ресурсную базу для реализации проекта.

Проект является открытым, т.е. предполагается, что к его разработке могут присоединиться желающие попробовать себя в научно-исследовательской или инженерно-конструкторской деятельности. Хотя следует отметить, что количество участников в группе ограничено возможностью реального доступа к одному летательному аппарату. Если теоретические занятия можно проводить с большой группой учащихся, то в непосредственной сборке и наладке модели работа большой бригадой неконструктивна. После проведения первых летных испытаний можно разбить учеников на небольшие группы, каждая из которых будет придумывать свои «виртуозные па», «легенды», согласно которым квадрокоптер должен пролететь именно по такой и никакой другой траектории.



Практико-ориентированный проект предполагает реальный результат работы и носит прикладной характер. Данный проект отличает четко обозначенный с самого начала результат деятельности участников проекта. Причем, этот результат ориентирован на социальные интересы самих участников. Подтверждением являются результаты опроса, проведенного среди учеников школы и их родителей /Приложение № 1/.

### **Промежуточные результаты**

#### **Выбор продукта.**

Практико-ориентированный проект имеет свои характерные особенности, среди которых наличие заранее определенного конечного продукта. Это – квадрокоптер. В настоящее время редкий день проходит без упоминания в информационных программах и передачах СМИ о событиях, связанных с беспилотниками. Возможности их применения огромны. Вот некоторые из них: воздушная разведка при проведении военных действий, раннее обнаружение очагов пожара, дистанционная торговля, доставка почты и т.д.

В период работы Летнего многопредметного лагеря для школьников города на базе МБОУ СОШ № 125 проводились беседы с учениками, был показан ряд видеороликов с демонстрацией показательных выступлений управляемых летательных аппаратов, выяснялась заинтересованность детей в этой области. Был проведен опрос (см. Приложение № 1) через NETSCOOL, устное анкетирование. Результаты подтвердили интерес школьников к данной теме, их желание участвовать в разработке и создании квадрокоптера. Особый интерес вызвала возможность его дальнейшего практического применения.

Проект представляет практическую разработку, которая должна быть выполнена в течение предстоящего учебного года, коллективом

учащихся под руководством группы преподавателей на базе кабинета информатики МБОУ СОШ № 125.

#### Результаты первого этапа.

1. Собран теоретический материал, на основе которого участникам будут научно объяснены принципы осуществления полёта (формулы, позволяющие производить расчёты положения летательного аппарата в пространстве, исходя из показаний бортовых датчиков, математический понятийный аппарат и т.д.)
2. Изучена необходимая материальная база и частично проведена закупка комплектующих (см. Приложение № 2).
3. Составлен план реализации проекта и намечены перспективы.
4. Все виды занятий при работе над проектом будут проведены с соблюдением необходимых требований к технике безопасности труда и не будут представлять опасности для жизни и здоровья участников, также не будет нанесён ущерб окружающей среде.

#### Смета расходов.

При составлении сметы расходов был изучен теоретический материал и определены основные инженерно-конструкторские особенности будущей модели. За основу взят опыт работы с учащимися по ЛЕГО-конструированию. ЛЕГО предполагает «жизнь» модели в двухмерном пространстве. Таким образом, предлагаемая работа как бы выводит его на новый уровень, позволяет механической конструкции «взмыть в облака». При этом учтены особенности комбинирования комплектующих деталей, подбора материалов для изготовления каркаса и интеллектуальная составляющая. Смета на приобретение комплектующих представлена в Приложении №2.

К интеллектуальной составляющей мы относим программный продукт, который будет создаваться самими учащимися перед и в ходе проведения лётных испытаний.

### **Социальная значимость проекта.**

Виды работ, методы исследования являются новыми для учащихся школ города. Насколько известно авторам проекта, подобный летательный аппарат в Снежинске не разрабатывался. Участие в проекте даст возможность учащимся получить дополнительные знания по математике, физике, информатике, технологии, а также будет способствовать развитию рационализаторских и изобретательских способностей, технического мышления. Осуществление сетевого взаимодействия со школами города, Центром творчества детей и молодёжи им. Комарова В.М., сотрудниками градообразующего и других предприятий по инженерно-техническому направлению открывает широкие возможности для продвижения и использования результатов проекта.

## II ЭТАП. Практический

Сроки: Октябрь-апрель 2015.

### Задачи этапа

1. Создать действующую модель программно-управляемого беспилотного летательного аппарата.
2. Изучить теоретические основы управления летательным аппаратом (математические, физические, программные).
3. Научиться:
  - Производить расчеты траектории полёта квадрокоптера в пространстве по ограниченному количеству информации.
  - Составлять логические и конструктивные схемы, управляющие программы.
  - Устанавливать управление квадрокоптером через взаимодействие двух компьютеров.
4. Освоить навыки технологии сборки инженерной конструкции.
5. Создать тематическую группу в социальной сети «ВК», в которой регулярно выкладывать информацию о проделанной работе и ближайших планах, фотоотчеты и другой материал, имеющий отношение к теме проекта (идеи участников, интересные факты и случаи из «жизни» беспилотников и пр.)
6. Провести промежуточную защиту проекта.

Предполагается, что в тематической группе любой желающий сможет высказать свою оценку деятельности участников проекта, оставить отзыв, поучаствовать в дискуссии о реальности использования квадрокоптера на практике, предложить свое видение в решении проблемы.

### Содержание предметной деятельности участников проекта.

1. Составление инженерно-технических схем.
2. Изучение математических основ.
3. Изучение физических основ.
4. Изучение основ программного управления.
5. Технологический процесс.
6. Проведение испытаний.
7. Защита проектных работ.

### Тематическое планирование

Учебный предмет	Тема	Кол-во часов	Руководитель
Физика	Подъёмная сила: мощность двигателя, количество оборотов в единицу времени, размер несущего винта.	1	Хейн В.М.
	Центр масс. Балансировка.	2	Хейн В.М.
	Вращательный момент.	1	Хейн В.М.
	Угловое ускорение.	1	Хейн В.М.
	Воздействие вибрации на точность показаний датчиков угловых и вертикальных ускорений.	2	Хейн В.М.
Информатика	Основы языка программирования Python.	4	Хейн В.М.
	Программирование контроллера.	2	Хейн В.М.
	Обмен данными между компьютером и контроллером.	2	Хейн В.М.

	Написание программы автономного полёта “взлёт - полёт - посадка”	4	Хейн В.М.
	Написание программы “воздушного танца” квадрокоптера.	5	Хейн В.М.
	Использование ИКТ для подготовки публичных выступлений. (Компьютерная презентация как средство технического сопровождения и наглядности. Требования к содержанию и оформлению).	2	Ремезова М.Е.
Математика	Понятие траектории. Уравнение координаты, как функции времени.	1	Ремезова М.Е.
	Начальные понятия дифференцирования и интегрирования.	3	Ремезова М.Е.
	Физический смысл производной и первообразной: связь координаты, скорости и ускорения.	2	Ремезова М.Е.
	Расчет заранее запланированной траектории на основе показаний бортовых датчиков: обработка данных.	2	Ремезова М.Е.
Технология	Алгоритм проектной деятельности.	1	Ремезова М.Е.
	Беспилотные летательные аппараты: история развития и перспективы применения.	1	Ремезова М.Е.

	Материалы из пластмассы и методы их обработки.	2	Хейн В.М.
	Технический рисунок. Конструктивная схема.	2	Хейн В.М.
	Изготовление деталей по рисунку и сборка модели.	10	Хейн В.М.
	Жизнестойкость конструкции.	2	Хейн В.М.
	Проведение лётных испытаний.	10	Хейн В.М.
	“Легенда” квадрокоптера: написание сценария полета.	2	Ремезова М.Е.
	Преимущества и недостатки модели: анализ результатов.	2	Ремезова М.Е.
	Публичное выступление: подготовка текста, психологическая подготовка докладчика.	2	Ремезова М.Е.
	ИТОГО:	68	

В ходе работы над проектом запланированы консультации со специалистами по вопросам выбора материала для изготовления рамы и использования контролирующей аппаратуры.

Все виды работ будут проводиться параллельными путями, чередуясь и перекликаясь, что обеспечивает интеграцию процессов разработки в ходе одного занятия.

### Промежуточная защита.

Мероприятие	Время проведения
1. XVIII научная и инженерная выставка молодых исследователей городов ЗАТО.	Март 2016
2. Школьная научно-практическая конференция	Март 2016
3. Курчатовские чтения, г.Озёрск	Март 2016
4. Городская научно-практическая конференция	Апрель 2016
5. Муниципальная конференция “Шаг в будущую профессию”	Апрель 2016

Целью участия в указанных мероприятиях является создание для детей - участников проекта ситуации успешности, которая позволит им приобрести навыки публичного выступления, защиты результатов своего труда, формировать лидерские качества личности, даст возможность продемонстрировать самостоятельность в выборе средств и способов работы над проблемой и в принятии решения. Каждый ученик получит необходимый жизненный опыт, используя знания, умения и навыки, приобретённые в период работы над проектом, что полностью согласуется с новыми федеральными государственными образовательными стандартами общего образования.

### Социальные партнёры проекта

1. На этапе разработки и создания модели получение консультаций сотрудников КБ – 2 РФЯЦ ВНИИТФ имени академика Забабахина Е.И. г. Снежинска, руководителей кружков авиамоделирования ДТДМ.
2. При проведении тестовых полётов – сотрудничество с Центром творчества детей и молодёжи.



3. Авторы проекта выражают надежду на сотрудничество с представителями аварийно-технического центра ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ, их помощь в организации планов полётов для получения дополнительных технических данных создаваемого летательного аппарата, участие в профориентационной беседе с участниками проекта, оказание экспертной помощи при подготовке к защите проекта.
4. Для проведения показательных выступлений предполагается задействовать площадки школьных стадионов, городского парка культуры и отдыха.

### **III ЭТАП. Результативный.**

**Сроки: Май-июнь 2015.**

#### **Задачи этапа**

1. Провести показательные выступления программно-управляемого беспилотного летательного аппарата.
2. Представить результаты проделанной работы перед членами экспертной комиссии, учащимися школы, родительской и городской общественностью.
3. Создать методическую разработку по итогам проделанной работы, предназначенную учителям общеобразовательных учреждений и педагогам дополнительного образования.
4. Распространить позитивные результаты проекта через городские СМИ и тематическую группу “ВК”.

# Заключение

## Критерии оценивания проекта

Промежуточную и итоговую реализацию проекта оценивает независимая экспертная комиссия. В её состав входят: председатель, заместитель председателя, секретарь и члены комиссии, избираемые Управляющим советом совместно с администрацией школы.

Члены экспертной комиссии имеют возможность получать информацию о ходе реализации проекта на любом его этапе лично или через социальные сети.

Участники проекта обязуются ставить в известность членов экспертной комиссии обо всех промежуточных результатах выполнения работы и приглашать их на мероприятия промежуточной защиты. На заключительном этапе планируется окончательная защита проекта, по итогам которой эксперты оценят результат проекта в соответствии с разработанными критериями. Шкалу оценивания в баллах по каждому показателю члены экспертной комиссии определяют самостоятельно.

1. Основной критерий: результат работы должен быть получен лично участником. Каждый участник проекта (руководитель и ученик), должен суметь объяснить, в чем состоял его вклад в работу.
2. Актуальность проекта:
  - соответствие интересам обучающихся
  - наличие положительных отзывов от организаций города
  - возможность практического применения
3. Участники проекта (все или ответственные за данное направление) должны уметь объяснить принцип действия измерительной аппаратуры и приборов, использованных при создании модели, в чем состоят

ограничения при создании и практическом использовании созданной модели.

4. Участники проекта (все или ответственные за данное направление) должны продемонстрировать понимание теоретических основ управления летательным аппаратом (математических, физических, программных).

5. Обоснованность реализации цели проекта и поставленных задач.

6. Качество представления итогов проделанной работы (презентативность):

- в устной форме (общая культура, степень воздействия на аудиторию, использование технического сопровождения)
- в письменной форме (документальное оформление проекта с полным описанием теоретической базы, промежуточных и окончательных результатов, методик исследования и технических характеристик летательного аппарата).

7. Качество представления конечного продукта

- адекватность математической модели
- эффективность выбранных материалов, комплектующих и конструкции
- оптимальность выбранной операционной системы и языка программирования

8. Наличие плана дальнейших действий участников проекта.

9. Индикативные показатели:

- Положительная динамика количества участников проекта
- Где, кем и как был продемонстрирован результат (показательные выступления, соревнования, инженерные выставки, конференции и т.п.), результаты промежуточной защиты.
- Наличие методической разработки по итогам проделанной работы, предназначенной для учителей общеобразовательных учреждений и педагогов дополнительного образования.

- Установление партнёрских связей с учреждениями и организациями города.

## **Перспективы дальнейшего развития проекта**

Авторы проекта убеждены, что останавливаться на создании одной модели не следует.

В случае успеха в создании квадрокоптера, мы выступим перед организаторами с предложением осуществить показательные выступления, посвященные Дню Победы, и на мероприятиях в День авиации.

Надеемся, что сможем привлечь спонсоров для создания нескольких аналогичных аппаратов. Это позволит привлечь больше детей из всех школ города. Тогда можно вести речь об организации соревнований по различным номинациям: самый высокий полет, самый быстрый, самый “красивый танец”, выполнение заранее неизвестного задания и т.д. Отдельно стоит сказать о красоте синхронных показательных выступлений двух моделей. С увеличением зрелищности ожидаем и рост интереса к инженерно-техническому творчеству. Участники разработки первого проекта смогут оказать помощь начинающим конструкторам.

Об итогах проделанной работы ученики смогут рассказать, участвуя в областной и региональной научно-практической конференции и конференции городов РОСАТОМа.

Руководители проекта примут участие в региональном конкурсе “Современные образовательные технологии”, в конкурсе “Школа РОСАТОМа 2016” и муниципальных конкурсах.

## Литература и интернет-ресурсы

1. <http://pravmin74.ru/chelyabinskaya-oblast/istoriya/> - официальный сайт правительства Челябинской области
2. <http://ipk74.ru/> - официальный сайт Челябинского института переподготовки и повышения квалификации работников образования
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Челябинская\\_область](https://ru.wikipedia.org/wiki/Челябинская_область) - общедоступная универсальная интернет-энциклопедия,
4. <http://ideas.ted.com/watch-these-flying-machines-are-getting-better-faster-stronger-smarter/> - демонстрация возможностей программно-управляемых летательных аппаратов на некоммерческом сайте, посвященном распространению и обмену идеями в различных областях науки и жизни.
5. <http://habrahabr.ru/company/technoworks/blog/216437/> - статья о стабилизации квадрокоптера на крупнейшем в Европе ресурсе для IT-специалистов.
6. <http://geektimes.ru/post/258004/> - статья об уравнениях динамики, обосновывающих принципы работы квадрокоптера, на популярном ресурсе для IT-специалистов, издание проекта “ТМ”.
7. Марк Саммерфилд. “Программирование на Python 3. Подробное руководство”. Издательство Символ-Плюс, 2009.

## Приложения

### Приложение № 1.

С целью выяснения осведомленности учащихся и их родителей о существовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), и чтобы получить представление о том, будет ли интересна тема будущего проекта, на школьном ресурсе “Электронный дневник” было проведёно анкетирование по следующим вопросам:

1. Знаете ли Вы о существовании беспилотных летательных аппаратах?
2. Где Вы их видели?
3. Может быть вы являетесь владельцем БПЛА?
4. Интересно ли Вам принять участие в создании беспилотного летательного аппарата?
5. Пришли бы Вы на показательные выступления беспилотных летательных аппаратов?

В опросе приняло участие 68 человек.

Знают о существовании БПЛА	- 68 (100%)
Желание участвовать выразили	- 52 (76%),
Не хотят участвовать в создании	- 16 (24%)
Хотят посмотреть выступления	- 68 (100%)
Являются владельцем БПЛА	- 5 (7%)

Распределение по возрасту:

начальная школа	- 4 (6%)
средняя школа	- 44 (65%)
старшая школа	- 12 (17%)
взрослые	- 8 (12%)

Разделение по полу:

Ж - 24 (35%)

М - 44 (65%)

Выводы:

- абсолютно все знают о существовании БПЛА и хотят посмотреть “вживую”, как им это удаётся - “танцевать в воздухе”;
- подавляющее большинство готовы принять участие в создании квадрокоптера;
- целевая аудитория выбрана верно, т.к. наибольший интерес проявляют ученики 7-9 классов. Далее виден спад, что объясняется тем, что к 10-11 классу у подростков в основном уже сформированы профессиональные приоритеты.



## Приложение №2

Смета на приобретение комплектующих для изготовления  
квадрокоптера.

Перечень комплектующих взят из интернет-статей, описывающих самостоятельное конструирование летательных аппаратов малой мощности.

Указанные цены являются ориентировочными, взяты с прайсов интернет-магазинов в июле-августе 2015 года.

Комплектующие	Стоимость	Примечание
1. Микрокомпьютер Raspberry Pi 2	4000 руб.	Уже в наличии
2. БК мотор D2822/14 1450kv	4x 800 руб. = 3200 руб.	
3. Регулятор оборотов двигателя Hobbyking SS Series 15-18A	4x 700 руб. = 2800 руб.	
4. Аккумулятор Turnigy nanotech 2200mah 3S 35~70C Lipo Pack	2 x 1300 руб. = 2600 руб.	
5. Пропеллер для электродвигателей Slow Fly Electric Prop 11x4.7SF(8 шт Правого вращения)	500 руб.	
6. Пропеллер для электродвигателей Slow Fly Electric Prop 11X4.7SF (8 шт Левого вращения)	500 руб.	
7. Полетный микроконтроллер MultiWii NanoWii USB/GYRO/ACC с	1200 руб.	Уже в наличии

процессором ATmega32U4		
8. Адаптер WiFi	550 руб.	Уже в наличии
9. Карта памяти 8Гб	800 руб.	Уже в наличии
10.* Материалы для изготовления рамы и крепёжные элементы	1850 руб.	
<b>ИТОГО</b>	<b>18000 РУБ.</b>	

\*Предполагается изготовления нескольких рам для определения наиболее оптимального материала и формы конструкции.