

**Центр непрерывного повышения профессионального мастерства
педагогических работников в г. Череповце АОУ ВО ДПО «ВИРО»**

«ОДОБРЕНО»
на заседании экспертной группы
по учебному предмету «Физика»
при РУМО по общему образованию
(Протокол № 2 от 30.03.2026г.)

Методическая разработка практической работы по программе
внеурочной деятельности "Физика беспилотных авиационных систем" для 7
класса «Экспериментальное получение правила сложения сил, направленных
вдоль одной прямой. Определение величины равнодействующей сил»

Автор - составитель:
Куркина Полина Валентиновна, методист
сектора естественнонаучного и технологического образования
Центра непрерывного повышения
профессионального мастерства педагогических
работников в г. Череповце АОУ ВО ДПО "ВИРО"

2026 г.

Аннотация

Методическая разработка представляет собой примерный сценарий практической работы по физике для учащихся 7-х классов в рамках программы внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем».

Работа направлена на экспериментальное изучение темы «Сложение сил, действующих вдоль одной прямой» через призму инженерных задач аэродинамики. В ходе занятия учащиеся моделируют работу силовых установок квадрокоптера (тяга двигателей и сила тяжести), учатся вычислять равнодействующую силу и прогнозировать характер движения аппарата (взлет, зависание, снижение). Разработка включает в себя теоретический блок, пошаговый алгоритм эксперимента, лист наблюдений с кейс-заданиями и критерии оценивания.

Методическая разработка адресована учителям физики, реализующим программу внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем»

Цель методической разработки: показать подходы к организации, составлению практической работы и методике её проведения.

Содержание

1. Актуальность

Актуальность данной разработки обусловлена несколькими факторами:

Интеграция с нацпроектом «Беспилотные авиационные системы»: Изучение классической физики на примерах БАС позволяет подготовить учащихся к работе с высокотехнологичным оборудованием, что является приоритетным направлением технологического суверенитета РФ.

Практико-ориентированный подход: Тема «Сложение сил» часто воспринимается учениками 7-го класса абстрактно. Использование модели дрона в качестве объекта исследования превращает сухие расчеты в жизненно необходимый навык для пилотирования и предотвращения аварийных ситуаций.

Развитие инженерного мышления: Работа формирует у школьников понимание физических основ автоматизации. Ученики начинают видеть в полетном контроллере не «черный ящик», а вычислительный центр, решающий уравнения статики и динамики в реальном времени.

Метапредметность: Занятие объединяет знания из курсов физики, математики и технологии, развивая навыки моделирования и анализа данных, что соответствует требованиям ФГОС.

2. Сценарий практического занятия «Экспериментальное получение правила сложения сил, направленных вдоль одной прямой. Определение величины равнодействующей сил»

Цель занятия: экспериментально обосновать физические принципы вертикального маневрирования беспилотного летательного аппарата на основе законов сложения сил и сформировать навык расчета

равнодействующей для обеспечения стабильного полета беспилотного аппарата.

Задачи занятия:

- экспериментально вывести правило нахождения равнодействующей двух сил, действующих на одной прямой в одном и в противоположных направлениях;
- научить применять расчетную формулу для анализа полетных ситуаций (взлет, зависание, снижение);
- сформировать понимание условия равновесия сил как необходимого фактора для режима «ховер» (зависания) дрона;
- научить сопоставлять реальные компоненты дрона (моторы, рама, АКБ) с физическими абстракциями (вектор тяги, сила тяжести);
- совершенствовать умение работать с измерительными приборами (динамометрами) и интерпретировать полученные цифровые данные в виде таблиц и графических схем;
- научить предсказывать поведение БАС при изменении внешних параметров (увеличение полезной нагрузки, порывы ветра);
- повышать интерес к инженерным профессиям через решение актуальных технологических задач в сфере беспилотной авиации;
- формировать ответственное отношение к безопасности полетов, базирующееся на точном физическом расчете возможностей аппарата;
- развивать навыки работы в инженерной группе при проведении совместных лабораторных испытаний.

Оборудование и материалы: динамометры (2 шт. на группу), набор грузов по 100 г, леска или прочная нить, модель квадрокоптера (или стенд с макетом весом 200–500 г), штатив с муфтой и лапкой.

План проведения практического занятия

Организационный момент (3 мин.)

Приветствие. Показ короткого видео (30 с.) взлета и зависания дрона.

Постановка проблемы: «Почему дрон не падает и не улетает в космос?»

Актуализация знаний (5 мин.)

Фронтальный опрос:

1. Что такое сила?
2. В каких единицах измеряется?
3. Как работает динамометр?

Введение понятий сила тяги и сила тяжести.

Инструктаж и подготовка (4 мин.)

Разделение на инженерные группы (по 3-4 человека). Выдача оборудования и листов наблюдений. Объяснение правил ТБ при работе с грузами и пружинами.

На дрон, находящийся в воздухе, вдоль вертикальной оси действуют две основные силы: сила тяжести- направлена вниз и подъемная сила (сила тяги пропеллеров) – направлена в вверх. Результирующая сила определяет куда и с каким ускорением будет двигаться аппарат.

Ход работы

Этап 1. Сложение сил, направленных в одну сторону. (*Сложение сил в одном направлении (два мотора тянут вверх). Замер F_1 и F_2 и их суммы. Заполнение первой таблицы.*)

Моделируем ситуацию: два мотора на одном луче работают вместе, чтобы поднять груз.

1. Закрепите два динамометра за одно кольцо связки грузов.
2. Потяните оба динамометра вертикально вверх.
3. Запишите показания первого динамометра (F_1), второго динамометра (F_2) и общий вес грузов (P).
4. Сравните $F_1 + F_2$ и P

Формула $R = F_1 + F_2$

Этап 2. Сложение противоположно направленных сил. (*Моделируем зависание дрона в воздухе.*)

1. Подвесьте груз (имитация корпуса дрона) к верхнему динамометру ($F_{\text{тяги}}$).
2. К нижней части груза прикрепите второй динамометр и потяните его вниз ($F_{\text{тяж}}$ или сопротивления).
3. Добейтесь состояния покоя («зависания»).
4. Измерьте значения. Убедитесь, что при равновесии силы компенсируют друг друга.
5. Вывод: если силы направлены в разные стороны, $R = F_1 - F_2$.

Этап 3. Задача.

Гоночный квадрокоптер весит 6 Н. Пилот резко дает газ, и моторы создают общую тягу 15 Н. Вычислите равнодействующую силу. В каком направлении начнет движение дрон?

Контрольные вопросы

1. Чему равна равнодействующая сил, если квадрокоптер неподвижно висит в одной точке?
2. Какая сила должна преобладать, чтобы дрон начал экстренное снижение?
3. Как изменится равнодействующая, если на дрон налипнет мокрый снег?
6. Рефлексия. Ученики заполняют таблицу «Прогноз — Результат», где сравнивают свои догадки о движении дрона с полученными расчетами равнодействующей.

3. Лист наблюдений с готовыми таблицами для учащихся.

Для оформления рабочего листа лучше использовать структуру, которая минимизирует время на переписывание условий и увеличивает время на эксперимент.

Ниже представлен макет **Листа наблюдений**, который можно распечатать и раздать каждому ученику.

Рабочий лист к практической работе «Экспериментальное получение правила сложения сил, направленных вдоль одной прямой. Определение величины равнодействующей сил»

ФИ ученика: _____ **Класс:** 7 «__»

Задание 1. Сложение сил, действующих в одном направлении

Ситуация: Суммирование тяги двигателей для подъема полезной нагрузки.

Таблица 1

№ опыта	Сила F_1 , Н	Сила F_2 , Н	Равнодействующая сила $R_{\text{экс.}}$ (измеренная), Н	Сравнение: $F_1 + F_2$

Вывод: при направлении сил в одну сторону равнодействующая равна их _____, а её вектор направлен _____.

Задание 2. Сложение противоположно направленных сил

Ситуация: Вертикальный полет (Тяга против Силы тяжести).

Таблица 2

№ опыта	$F_{\text{тяги}}$, Н	$F_{\text{тяж}}$, Н	$R = F_{\text{тяги}} - F_{\text{тяж}}$, Н	Куда движется «дрон»?

Вывод: если силы направлены в противоположные стороны, равнодействующая равна их _____, а её вектор направлен в сторону _____ силы.

Задание 3. Задача

Условие: Гоночный квадрокоптер весит 6 Н. Пилот резко дает газ, и моторы создают общую тягу 15 Н.

1. Вычислите равнодействующую силу: $R =$ _____ Н.

2. В каком направлении начнет движение дрон? _____

Самооценка (отметьте галочкой)

Я понял(а), как находить равнодействующую сил.

Я могу объяснить, почему дрон висит на одной высоте.

Мне требуются дополнительные примеры.

4. Критерии оценивания практической работы.

Критерий	Баллы	Описание выполнения
Правильность проведения опыта	2	Опыты проведены правильно, показания динамометров сняты без грубых ошибок (с учетом погрешности прибора).
	1	Допущены неточности в сборке установки или фиксации данных, требующие коррекции учителем.
Заполнение таблиц и расчеты	2	Все графы таблиц заполнены, расчеты равнодействующей выполнены математически верно.
	1	Таблицы заполнены частично или допущены ошибки в вычислениях.
Формулировка выводов	2	Выводы сформулированы четко, установлена связь между направлением сил и способом их сложения.
	1	Вывод сделан только для одного случая или сформулирован неполностью.
Решение задачи	2	Правильно определена величина и направление равнодействующей для модели дрона.
	1	Определена только величина (без направления) или допущена ошибка в логике движения.
Оформление и аккуратность	1	Работа оформлена аккуратно, единицы измерения (ньютоны) указаны везде.

Шкала перевода баллов в оценку:

«5» (Отлично): 8–9 баллов. Ученик полностью выполнил работу, сделал верные выводы и применил знания к задаче.

«4» (Хорошо): 6–7 баллов. Работа выполнена, но допущены незначительные ошибки в расчетах или оформлении выводов.

«3» (Удовлетворительно): 4–5 баллов. Проведены только базовые измерения, выводы неполные, кейс-задача не решена.

«2» (Неудовлетворительно): менее 4 баллов. Ученик не справился с проведением опыта или не понимает физический смысл равнодействующей.

При проверке следует обратить внимание, понимает ли ученик, что при $R=0$ дрон не просто «стоит», а находится в состоянии динамического равновесия (режим «Hover» или зависание). Это важная компетенция для будущего оператора БАС.

Литература

1. Марон А. Е., Марон Е. А. «Дидактические материалы по физике. 7 класс» (содержит качественные и расчетные задачи на нахождение равнодействующей, которые можно адаптировать под параметры дронов). М.: «Просвещение», 2026г.
2. Перышкин И. М., Иванов А. И. «Физика. 7 класс», М.: «Просвещение», 2026г.
3. Перельман Я. И. «Занимательная физика», М: «Юрайт», 2025г. (классическое пособие, объясняющее парадоксы механики и принципы движения тел, что полезно для развития инженерной интуиции).

Рекомендуется использовать ведомственные материалы и инструкции к учебным наборам (например, «Геоскан Пионер» или «Copter Express»), в которых описаны физические принципы работы винтомоторной группы.