

Отдел образования администрации Первомайского района
Тамбовской области
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
«Первомайская средняя общеобразовательная школа»
Первомайского района Тамбовской области

Принято
на заседании
методического совета
протокол №1
от 27.08.2021 года

Утверждаю
Директор МБОУ
«Первомайская средняя
общеобразовательная школа»
_____ А.Ю.Самохвалов
Приказ № 124 от 27.08.2021

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

**«Конструирование и пилотирование беспилотных летательных
аппаратов»**

Направленность: техническая

Уровень усвоения: базовый

Возраст обучающихся: 13-17 лет

Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:

педагог дополнительного
образования

Соколов Александр Евгеньевич

п.Первомайский 2021

Краткая информационная справка

Сведения об авторе:

Соколов Александр Евгеньевич – педагог дополнительного образования, учитель физики высшей категории.

Информация о программе:

Тип программы – модифицированная

Направленность – техническая

Уровень освоения – долгосрочный

Возрастной диапазон – средний и старший школьный возраст.

Первичная экспертиза и утверждение программы проведены на методическом совете: протокол Приказ № 124 от 28.08.2009

Программа переутверждена в августе 2012 года на основании приказа № 124 от 28.08.2012 «О переутверждении».

Контактный телефон: 8 (47548) 22351, 89622190006

ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1. Учреждение	Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Первомайская средняя общеобразовательная школа» Первомайского района Тамбовской области
2. Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Конструирование и пилотирование беспилотных летательных аппаратов»
3. Сведения об авторах:	
3.1. Ф.И.О., должность	Соколов Александр Евгеньевич – педагог дополнительного образования, учитель физики высшей категории.
4. Сведения о программе:	
4.1. Нормативная база:	<ul style="list-style-type: none">• Закон РФ «Об образовании»;• Типовое Положение об образовательном учреждении дополнительного образования детей;• Концепция модернизации российского образования на период до 2015 года;• Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.4.4. 1251-03 (зарегистрированного в Минюсте 27.05.03 г. № 4594);• . СанПиН 2.4.1.2660 – 10;•
4.2. Область применения	дополнительное образование
4.3. Направленность	техническая
4.4. Тип программы	дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
4.5. Вид программы	модифицированная (внесены изменения в типовую, авторскую или программу другого автора)
4.6. Уровень программы	базовый
4.7. Возраст обучающихся по программе	13-17лет
4.8.Продолжительность обучения	1 год
5.Заключение экспертного совета	Протокол заседания № ___ от «__» _____ 2019г.

1.1 Пояснительная записка

к общеобразовательной общеразвивающей программе дополнительного образования детей «Конструирование и пилотирование беспилотных летательных аппаратов»(далее программа).

Программа «Конструирование и пилотирование беспилотных летательных аппаратов» направлена на популяризацию профессий, связанных с космической и авиационной отраслью. Достижения ученых, конструкторов, инженеров и рабочих, занимающихся космическим машиностроением, неоспоримы и давно признаны специалистами всего мира. Чтобы продолжать успешную деятельность в аэрокосмическом кластере необходимо развитие передовых инженерных дисциплин, модернизация научно-технической базы, а главное - подготовка обучающихся по профильным техническим дисциплинам, дальнейшая профессиональная ориентация в секторы инновационных производств.

Отрасль беспилотных летательных аппаратов (БЛА) является относительно новой и уже сейчас к ней проявляют большой интерес. Актуальность беспилотных технологий и робототехники очевидна – это новое слово в науке и технике. Поэтому данный курс предполагает знакомство с технологией БЛА, получение знаний и опыта по конструированию, моделированию и программированию беспилотных летательных аппаратов, обучение применению БЛА.

Программа разработана в соответствии с Законом Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ; Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 29.08.2013 N 1008). Актуальность и практическая значимость данной программы обусловлена тем, что полученные на занятиях знания становятся для ребят необходимой теоретической и практической основой их дальнейшего участия в техническом творчестве, выборе будущей профессии, в определении жизненного пути. Овладев же навыками творчества сегодня, они, в дальнейшем, сумеют применить их с нужным эффектом в своих трудовых делах. Данная программа помогает раскрыть творческий потенциал обучающегося, определить его резервные возможности, осознать свою личность в окружающем мире, способствует формированию стремления стать мастером, исследователем, новатором.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Данная общеразвивающая программа «Конструирование и пилотирование беспилотных летательных аппаратов» предназначена для обучающихся 13-17 лет.

Направленность программы – техническая.

Педагогическая целесообразность программы состоит в том, что занятия направлены на развитие творческих способностей учащихся и совершенствование ими знаний, умений и навыков.

Новизной данной программы является то, что знакомство с кибернетикой, моделированием и изготовлением изделий, пилотированием БЛА, занятием проектной деятельностью и сам процесс творчества, не менее важен для ребенка, чем результат, и является важным компонентом образования.

Актуальность программы обусловлена современным социальным заказом на образование и задачами технического образования учащихся, которые выдвигаются в концепции модернизации российского образования.

Программа актуальна, поскольку является комплексной, предполагает формирование ценностных эстетических ориентиров, овладение основами технической творческой деятельности, дает возможность каждому воспитаннику реально открывать для себя мир электроники и программирования, проявить и реализовать свои творческие способности.

Адресат программы. Программа предназначена для обучающихся среднего и старшего школьного возраста (от 13 до 17 лет).

Особенности организации образовательной деятельности.

Данная программа является модифицированной, так как она разработана на основе типовых программ технической направленности, с учетом использования различных материалов и технологий, а также способствует расширению и повышению эстетической и технической культуры детей.

Программа предусматривает применение в образовательном процессе современных педагогических технологий, способствующих сохранению здоровья учащихся, активизации познавательной деятельности, креативности мышления, формирования личностных качеств.

Объем программы: 144 часа в год. Обучение по программе рассчитано на 36 рабочих недель.
Формы организации деятельности. Обучение очное, проводится в группах. В ходе реализации программы проводятся

- традиционное занятие;
- теоретическое занятие;
- практическое занятие;
- коллективная работа;
- конкурсы;
- итоговое занятие.

Срок освоения программы – 1 год.

Режим занятий: два раза в неделю по 2 учебных часа, с перерывом в 15 минут между часами.

1.2 Цель и задачи программы

Цель программы: Формирование знаний в аэрокосмической области и опыта поконструированию, моделированию и программированию в интеграции предметов математика, информатика, физика средствами беспилотных летательных аппаратов (БЛА), робототехники.

Задачи:

Обучающие:

- освоить приемы работы по электрическим схемам;
- теоретическая и практическая подготовка детей в области робототехники;
- научить основам пайки;
- научить основам программирования;
- дать знания в области правил техники безопасности при работе с различными инструментами и материалами.
- Способствовать использованию приобретенных знаний и умений в повседневной жизни при решении творческих задач, при сборе и обработке информации, создании проектов.

Развивающие:

- развивать способность мыслить творчески, логическое мышление, пространственное воображение, словарный запас технической направленности и интерес к инженерным специальностям.
- мотивировать к изучению физики, информатики (программирование и автоматизированные системы управления) и математики.
- развить умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.
- развитие мелкой моторики рук при конструировании;
- привить интерес к творческому труду.
- развить умения работать над проектом в команде, эффективно распределять обязанности.

Воспитательные:

- воспитание трудолюбия, аккуратности, усидчивости, терпения, умения довести начатое дело до конца;
- воспитание эстетического вкуса;
- научить работать в команде, развивать навыки коллективного творчества.
- развивать дух спортивного соперничества.
- создать условия для воспитания культуры общения и этики, основ бережного отношения к оборудованию;

Данная программа представляет собой интегрированный курс, который состоит из 2-х модулей:

- беспилотные технологии и робототехника;
- основы физики, основы программирования;

Программа состоит из теоретической и практической части, направленных на получение учащимися знаний в области проектирования, моделирования, конструирования, программирования, эксплуатации беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и робототехники (навесное оборудование, стабилизированные подвесы, системы наблюдения), нацеливает учащуюся молодежь на осознанный выбор профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БЛА, оператор БЛА.

По уровню освоения программа является **общеразвивающей**, так как способствует развитию художественно-творческой активности учащихся и формированию эстетического вкуса. По целевой установке является **образовательной** – знания не только усваиваются детьми, но и активно используются в их жизнедеятельности.

Ожидаемые результаты освоения программы

К концу обучения по данной программе учащиеся должны

знать:

- терминологию, различные материалы и инструменты;
- правила создания электронных схем;
- знать этапы разработки алгоритма программы;
- знать этапы и правила разработки программы;

уметь:

- владеть основными приемами работы с измерительными приборами;
- последовательно вести работу (замысел, эскиз, выбор материала и способов изготовления, готовое изделие)
- уметь паять;
- разрабатывать алгоритмы и программировать;
- пилотировать сконструированные БЛА

приобрести навыки:

- воплощения собственного замысла в электронных конструкциях;
- умения применить свои знания в практической деятельности и повседневной жизни;
- программирования;
- работы с электроизмерительными приборами и инструментами;

Личностные результаты – развитие положительных личностных качеств учащихся (трудолюбия, упорства, настойчивости, умения работать в коллективе, уважение к людям).

Метапредметные результаты – формирование универсальных учебных действий (УУД).

Регулятивные УУД:

- понимать задачи, поставленные педагогом;
- знать технологическую последовательность выполнения работы;
- правильно оценивать результаты своей деятельности.

Познавательные УУД:

- научиться проявлять творческие способности;
- развивать сенсорные и моторные навыки.

Коммуникативные УУД:

- учиться работать в коллективе;
- проявлять индивидуальность и самостоятельность.

Предметные результаты – формирование навыков работы с различными материалами и принадлежностями, применения технологий, приемов и методов работы по программе, приобретение опыта творческой и проектной деятельности.

Виды и формы контроля ЗУН учащихся:

- входной контроль (начальная диагностика) – собеседование, анкетирование;
- текущий контроль – беседа в форме «вопрос-ответ», беседы с элементами викторины, контрольные задания, тестирование;
- итоговый контроль (итоговая аттестация) – зачетная работа по теме, участие в районных, областных и всероссийских соревнованиях, защита творческих проектов.
- предварительный;
- устный;
- письменный;
- фронтальный;
- индивидуальный.

Способы проверки ЗУН учащихся:

- начальная диагностика;
- промежуточная диагностика;
- итоговая аттестация.

Формы подведения итогов программы:

- участие в конкурсах;
- участие в выставках работ;
- защита творческих работ и проектов.

Материально – техническое обеспечение программы

Материал, необходимый для одного ребенка:

Конструктор БДА, набор Arduino, датчики, мультиметр, соединительные провода, макетная плата, электронные компоненты.

Техническое оснащение

- проектор;
- экран;
- паяльник и паяльный набор;
- компьютер;
- цифровой осциллограф;
- паяльная станция;

Дидактическое обеспечение программы

- методические разработки по темам программы;
- подборка информационной справочной литературы;
- сценарии массовых мероприятий, разработанные для досуга учащихся;
- наглядные пособия по темам;
- карты индивидуального пользования по темам;
- образцы творческих работ;
- инструктаж последовательного выполнения работы;
- диагностические методики для определения уровня ЗУН и творческих способностей детей;
- новые педагогические технологии в образовательном процессе;
- видео и фотоматериалы.

Санитарно – гигиенические требования

Для реализации программы необходимо иметь:

- светлое просторное помещение;
- у каждого ребенка должно быть место за партой и набор необходимых принадлежностей;
- расстояние от глаз до работы должно составлять 35-40см, при меньшем расстоянии может развиваться близорукость;
- кабинет должен быть оборудован шкафами для хранения принадлежностей и незаконченных творческих работ, методической литературы и наглядных пособий для занятий;
- в кабинете осуществляется влажная уборка и проветривание;
- в наличии имеется аптечка с медикаментами для оказания первой медицинской помощи.

Кадровое обеспечение программы

Реализация программы и подготовка занятий осуществляется педагогом дополнительного образования в рамках его должностных обязанностей.

Педагог осуществляет дополнительное образование учащихся в соответствии со своей образовательной программой. В ходе реализации программы возможна консультативная помощь психолога для выявления скрытых способностей детей.

Календарно- тематический план

№	Дата занятия	Тема занятий	Кол-во часов	Форма проведения занятий	Отметка о проведении
1		Первичный инструктаж по технике безопасности. Вводное занятие.	2	комбинированный	
2		Беспилотные летательные аппараты (БЛА), базовый уровень. Из истории развития летательных аппаратов.	6	комбинированный	

3		Симулятор управления БЛА, моделирование полета. Элементы механики.	16	комбинированный	
4		Знакомство с конструктором «Клевер». Конструкции коптеров.	8	комбинированный	
5		Работа с конструктором Клевер. Динамика полетов.	16	комбинированный	
6		Программное обеспечение контроллеров. Электроника. Полетный контролер	16	комбинированный	
7		Полетные задания. Использование и применение БЛА. Микроконтроллер (Arduino)	16	комбинированный	
8		Изучение стенда БЛА и робототехнического оборудования. Среда программирования для Arduino. Язык программирования PYTHON, C, C++.	16	комбинированный	
9		Составление полетных заданий, программирование контроллеров. Основы проектирования и моделирования электронного устройства на базе Arduino	16	комбинированный	
10		Обработка данных полученных с БЛА. Программирование Arduino. Пользовательские функции.	16	комбинированный	
11		Показательные полеты и соревнования БЛА. Составление полетных заданий.	16	комбинированный	
12			2	комбинированный	

СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПЛАНА

Введение

Рассказ о развитии беспилотных летательных аппаратов в мировом сообществе и в частности в России.

Показ видео роликов о беспилотных аппаратах, их возможностях.

Правила техники безопасности.

Тема 1: Беспилотные летательные аппараты (БЛА), базовый уровень.

- Основные понятия беспилотных летательных аппаратов (БЛА), их свойства;
- Законодательство о применении воздушных летательных аппаратов;
- Элементы БЛА: фюзеляж, винтомоторная группа, системы управления, электроника и проч.
- Блок-схема БЛА, основные параметры энергозависимости винтомоторных групп и веса аппарата.

Тема 2: Симулятор управления БЛА, моделирование полета.

- Комплектация БЛА-аппарата, программирование полетного контроллера
- Установка батарей;
- Условные звуковые сигналы электроники;
- Правила управления аппаратом;
- Пульт управления;
- Дополнительное навесное оборудование;
- Интерактивные сервомоторы.
- Симулирование полета и управление аппаратом на компьютере посредством пульта управления, возможности автоматического полета.

Тема 3: Знакомство с конструктором «Клевер».

- Конструктор (состав, возможности)
- Основные компоненты (название и назначение)
- Датчики (назначение, единицы измерения)
- Винтомоторная группа
- Полетные контроллеры
- Аккумулятор (зарядка, использование)
- Сборка и хранение деталей.
- В конструкторе «Клевер» используются современные электронные компоненты:
- современный 32 – битный программируемый микроконтроллер; программное обеспечение,
- с интуитивным интерфейсом. Возможно управление аппаратом вручную или
- автоматизация полета.

Тема 4: Работа с конструктором «Клевер».

- Сборка рамы коптера;
- Установка винтомоторной группы;
- Установка контроллеров моторов;
- Установка полетного контроллера;
- Световая и звуковая индикация;
- Дополнительное навесное оборудование;
- Управление собранной моделью конструктора
- Зарядка батарей. Безопасный запуск модели. Управление аппаратом в различных погодных условиях. Автоматизация и роботизация аппарата и навесного оборудования.

Тема 5: Программное обеспечение контроллеров.

- Понятие программирования контроллера полета;
- Гиросtabilизация платформы;
- Датчики полетного контроллера;
- Среда программирования полетного контроллера;
- Регуляторы моторов;
- Изменение скорости вращения и мотора («прошивка»);
- Определение целей и задач программирования контроллера, настройка аппаратов под индивидуальное управление. Тестирование различных настроек, подбор оптимального режима эксплуатации.

Тема 6: Полетные задания. Использование и применение БЛА.

- Применение БЛА для различных нужд современного общества;
- Понятия и виды полетных задач;
- Регистрация полетов и результатов;
- Техническое обслуживание и правильная эксплуатация полетной техники;
- Проведение серии тренировочных полетов, выполнение основных фигур пилотажа ручного управления, настройка аппарата под индивидуальное использование.

Тема 7: Изучение стенда БЛА и робототехнического оборудования.

- Стендовая модель октокоптера;
- Система обнаружения препятствий;
- Грузоподъемность и продолжительность полета;
- Функции автоматического возврата домой;
- Радиопомехи, их влияние на полет;
- Законодательное регулирование полетов;
- Навесное оборудование – стабилизированный подвес;
- Видеопередатчики.
- Проведение серии демонстрационных полетов, алгоритмизация системы уклонения от препятствий, обучение управлению стабилизированным подвесом. Испытательные полеты в режиме «учитель-ученик» стендового аппарата.

Тема 8: Составление полетных заданий, программирование контроллеров

- Среда программирования контроллеров;

- Балансировка гироскопов, акселерометров, компаса;
- Маршрутизаторы движения БЛА по точкам GPS;
- Определение территории проведения полета.
- Планирование автоматического полета, определение территориальной зоны проведения полета, групповые полеты и полеты с применением стенда. Автоматизация полета по точкам и применение роботизированного подвеса для получения видеоинформации.

Тема 9: Обработка данных полученных с БЛА

- Контроллеры стабилизированного подвеса;
- Механика стабилизированного подвеса;
- Системы передачи видеоизображения с подвеса на приемное оборудование;
- Оптические камеры;
- Программы обработки фотографий, создания 3D туров.
- Управление полетами двумя операторами – БЛА и подвесного оборудования.
- Режимы съемки и обработки информации. Создание панорамных изображений для индивидуальных фотоальбомов.
- Создание видеороликов с высоты.

Модуль Б.

Знакомство с целями и задачами курса. Введение физических понятий. Знакомство и демонстрации простейших физических приборов. Взаимодействие природы и человека

Тема 1. Из истории развития летательных аппаратов.

- Начало воздухоплавания. Проекты планера и парашюта Леонардо да Винчи.
- Воздушный шар братьев Монгольфье.
- Создание первичных коптеров и современное коптеростроение. Перспективы использования коптеров.

Тема 2. Элементы механики.

- Виды коптеров, элементы их конструкций (название и назначение).
- Элементы равновесия твердых тел. Рычаг. Равновесие сил на рычаге (условие равновесия рычага).
- Момент силы. Правила моментов.
- Датчики коптеров (назначение, единицы измерения)
- Винтомоторная группа. Одно-, двух-, трех- и четырехвекторные системы.
- (Соосные схемы, синхроптер, квадрокоптер)
- Практическое занятие: моделирование коптеров.

Тема 3. Конструкции коптеров.

- Физические основы движения тел. Виды движения тел (поступательное, вращательное, равномерное и неравномерное)
- Основная задача механики.
- Решение ОЗМ. Система отсчета. Знакомство с системами координат и способами описания движения (координатный и векторный способы)
- Физические величины, описывающие полеты (скорость высота. Координаты, пройденный путь, перемещение).
- Векторы. Действие над векторами. Проекции вектора на координатные оси.

Тема 4. Динамика полетов.

- Силы в природе (гравитационные и электромагнитные). Знакомство с понятием «сила». Силы тяжести, упругости, трения, весом тела, силой Архимеда.
- Сложение сил, направленных вдоль одной прямой. Равнодействующая сила.
- Что такое подъемная сила? Как она возникает? Подъемная сила воздушного шара.
- Подъемная сила вертолета.
- Импульсное движение. Устройство и полет ракеты.

- Физические величины и приборы, контролирующие полет. Физические основы их работы. Акселерометр, барометр, гироскоп, компас.
- Практическое занятие: Использование акселерометра, барометра, гироскопа, компаса.

Тема 5. Электроника. Полетный контролер

- Электрический ток. Электрические схемы, их основные элементы.
- Последовательное и параллельное соединения проводников в электросхемах.
- Датчики коптеров, их назначение; физические величины, измеряемые датчиками, единицы измерения.
- Аккумулятор коптера. Виды аккумуляторов, их зарядка и эксплуатация.
- Радиосигналы (электромагнитные волны), скорость их распространения в атмосфере. Радиопомехи.
- Практическое занятие: Управление полетом с помощью пульта управления.

Тема 6. Микроконтроллер (Arduino).

- Микроконтроллеры в нашей жизни.
- Возрастание популярности микроконтроллеров.
- Разнообразные элементы схем в видеомагнитофонах, RFID-плеерах, телевизорах и микроволновых печах, автоматических дверях, системах управления лифтами, промышленных системах управления, измерительных устройствах, устройствах
- регулирования и т.д.
- Аппаратная часть.
- Конструктив.

Тема 7. Среда программирования для Arduino. Язык программирования PYTHON, C, C++.

- Что такое программа и куда её писать.
- Зачем нужны языки программирования.
- Среда программирования.
- Возможности и особенности. Примеры.

Тема 8. Основы проектирования и моделирования электронного устройства на базе Arduino.

- Управление электричеством.
- Чтение электрических схем.
- Управление светодиодом на макетной доске.

Тема 9. Программирование Arduino. Пользовательские функции.

- Язык программирования устройств Arduino.
- Написание различных пользовательских функций.
- Подпрограммы: назначение, описание и вызов, параметры, локальные и глобальные.
- Назначение микросхем. Назначение сдвигового регистра. Устройство сдвигового регистра, чтение datasheet.

Тема 10. Составление полетных заданий.

- Запуск и полет. Возможные сценарии полета. Съёмка полета.

Список литературы для педагога

1. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования/ ред. Е.С.Полат. – М.: Academia, 2000.
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М., 2000.
3. образовательно-методический сайт «WICOPTER» - www.wicopter.pro
4. Мунро Б. Боевые самолёты. – М., АСТ Астрель, 2003.
5. Никольский М.В. Палубная авиация. – М., АСТ Астрель, 2003.
6. Ружицкий Е.Н. Европейские самолёты вертикального взлёта. – М., Астрель А

2003.

7. Широкоград А.Б. Энциклопедия отечественного ракетного оружия 1817-2002 М., АСТ Минск, Харвест, 2003.
8. Якубович Н.В. Туполев. Ту-16. – М., АСТ Астрель, 2003.
9. Герои Русской авиации. М., 2006 г.
10. Джейн Уокер «Мир вокруг нас».энциклопедия: от А до Я. М., «Росмен»2005г.
11. История открытий. Энциклопедия. М., «Росмен» 2005г.4. Самолеты. Энциклоп М., «Росмен» 2003г.
12. Радиоуправляемые Авиамодели - <http://www.rcdesign.ru/articles/avia>
13. Федерация авиамodelьного спорта России - <http://www.fasr.ru>
14. Сайт авиамodelирования - <http://aviamodeling.narod.ru/>
15. Демкович В.П. Измерения в курсе физики средней школы. - М.: Просвещение,2007.
16. Семке А.И. Нестандартные задачи по физике. Для классов естественно-науч профиля / А.И. Семке. – Ярославль: Академия развития, 2007

Нормативно-правовые документы

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
- Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства РФ от 04.09.2014 г. № 1726-р).
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 29.08.2013 N 1008)
- Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей (СанПиН 2.4.4.3172-14) (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41).
- О внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ (Приложение к письму Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 14.12.2015 № 09-3564).

Список литературы для учащихся

- Савенков А.И. Путь в неизведанное: Как развивать свои исследовательские способности. Учебник-тетрадь для учащихся средней школы. – М.: Генезис, 2005.
- Блудов М.И. Беседы по физике. – М.: Просвещение,2000.
- Гальперштейн Л.Я. Здравствуй, физика, - М.: 2010..
- Енохович А.С. Справочник по физике и технике. - М.: Просвещение,2008
- Утёмов В. В., Зиновкина М. М., Горев П. М. Педагогика креативности: прикладной курс научного творчества: образовательное пособие. – Киров: АНОО «Межрегиональный ЦИТО», 2013