Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
города Новосибирска «Лицей №22 «Надежда Сибири»
Корпус 22: г. Новосибирск, ул. Советская, 63, тел. 222-35-15, e-mail:
l_22@edu54.ru Корпус 99: г. Новосибирск, ул. Чаплыгина, 59, тел. 223-74-15,
e-mail: s_99@edu54.ru

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«СЛОЖНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ»

(уровень основного общего образования)

9 класс

Разработчик:

Киселева И.В., учитель

ВКК

2026

Пояснительная записка

Актуальность и назначение программы

Программа разработана в соответствии с требованиями обновленного **Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО)**, Федеральной образовательной программы основного общего образования (ФОП ООО), Основной образовательной программы основного общего образования (ООП ООО) МАОУ «Лицей № 22 «Надежда Сибири» и действующих требований СанПиН.

Программа ориентирована на обеспечение индивидуальных потребностей обучающихся и направлена на достижение планируемых результатов освоения программы основного общего образования с учетом выбора участниками образовательных отношений курсов внеурочной деятельности. Это позволяет обеспечить единство обязательных требований ФГОС во всем пространстве школьного образования: не только на уроке, но и за его пределами.

Актуальность реализации данной программы обусловлена необходимостью преодоления предметных дефицитов при анализе сложных физических явлений, выработки алгоритмов решения комбинированных олимпиадных и экзаменационных задач повышенного и высокого уровней сложности, а также подготовки учащихся к продолжению образования в профильных классах инженерно-технологического направления Лицея. Эта деятельность лежит в основе познавательного интереса ребенка, является залогом умения планировать любые действия и важным условием успешной реализации идей в сфере научно-технического творчества.

Программой предусмотрено формирование современного теоретического уровня знаний, а также и практического опыта работы с лабораторным оборудованием, овладение приемами исследовательской деятельности. Методы организации образовательной и научно-исследовательской деятельности предусматривают формирование у обучающихся нестандартного творческого мышления, свободы самовыражения и индивидуальности суждений. Для полного учета потребностей учащихся в программе используется дифференцированный подход, что стимулирует учащегося к увеличению потребности в индивидуальной, интеллектуальной и познавательной деятельности и развитию научно-исследовательских навыков.

Программа станет востребованной в первую очередь школьниками, которые имеют стойкий интерес и соответствующую мотивацию к изучению предметов естественно-научного цикла, естественным наукам и технологиям.

Характеристика возраста

В подростковом возрасте (обучающиеся 9-х классов) учащиеся проявляют свою заинтересованность в той или иной области знаний, научном направлении или профессиональной деятельности. Таким образом происходит формирование познавательной и профессиональной составляющей личности, помогает учащемуся в определении будущего жизненного пути и в профессиональном выборе после окончания школы. Подобного рода заинтересованность стимулирует постоянное желание школьника к познанию нового, расширению и углублению соответствующих знаний, и получению новых в том числе практических навыков, а также мотивирует учащегося на профориентацию.

Специфика предпрофессионального обучения учащихся 9-го класса данного профиля требует повышенного внимания к прикладным физическим аспектам функционирования летательных аппаратов (БАС): аэродинамическим силам, устойчивости и кинематике криволинейного полета, характеристикам силовых установок и электропитания, радиоэлектронным датчикам. Программа нацелена на помощь ребенку в освоении основ организации и осуществления собственной проектно-исследовательской деятельности, а также в приобретении необходимого опыта для работы над индивидуальным исследованием или проектом. Программа поможет школьнику в более глубоком изучении интересующей его области естественных наук, а также в приобретении важных социальных навыков.

Цели и задачи изучения курса

Цель программы — формирование целостного научного мировоззрения, углубление теоретических знаний по фундаментальным разделам школьной физики, развитие исследовательской культуры и математического аппарата моделирования физических процессов, обеспечивающих успешную независимую оценку качества образования на уровне основного общего образования (ОГЭ) и осознанный выбор инженерно-технического профиля в старшей школе (в частности, в сфере конструирования и эксплуатации БАС).

Задачи программы:

- **Обучающие:** систематизировать и развить понятийный аппарат разделов «Механические явления», «Тепловые явления», «Электромагнитные явления», «Квантовые явления»; сформировать устойчивые навыки решения расчетных задач повышенного и высокого уровней сложности; отработать культуру работы с научным текстом физического содержания.
- **Развивающие:** развить исследовательские умения, пространственное и логическое мышление, навыки планирования реального эксперимента, оценки абсолютных и относительных погрешностей измерений, представления результатов в табличном и графическом виде.
- **Воспитательные:** способствовать формированию научной честности, настойчивости в преодолении интеллектуальных трудностей, культуры коллективного обсуждения инженерно-физических кейсов и ответственного отношения к соблюдению правил техники безопасности.

Объем программы и сроки обучения

- **Объем программы:** 30 академических часов.
- **Программа рассчитана на:** 1 год обучения (9 класс, 1 час в неделю).
- **Срок обучения:** один год обучения — с 01.09.2026 по 25.05.2027.

Взаимосвязь с программой воспитания

Программа курса внеурочной деятельности разработана с учетом рекомендаций примерной программы воспитания, учитывает психолого-педагогические особенности данных возрастных категорий. Это позволяет на практике соединить обучающую и воспитательную деятельность педагога, ориентировать ее не только на интеллектуальное, но и на нравственное, социальное развитие ребенка. Это проявляется:

- В приоритете личностных результатов реализации программы внеурочной деятельности, нашедших свое отражение и конкретизацию в примерной программе воспитания (осознание роли физики в обеспечении технологического суверенитета и безопасности страны, включая индустрию беспилотного транспорта);
- В возможности комплектования разновозрастных групп для организации профориентационной деятельности школьников, воспитательное значение которых отмечается в примерной программе воспитания;
- В интерактивных формах занятий для школьников, обеспечивающих большую их вовлеченность в совместную с педагогом и другими детьми деятельность и возможность образования на ее основе детско-взрослых общностей, ключевое значение которых для воспитания подчеркивается примерной программе воспитания.

Особенности работы учителя по программе

Задача учителя состоит в том, чтобы сопровождать процесс профессиональной ориентации школьника, раскрывая потенциал каждого через вовлечение в многообразную деятельность, организованную в разных формах. При этом результатом работы учителя в первую очередь является личностное развитие учащегося. Личностных результатов учитель может достичь, увлекая ученика совместной и интересной им обоим деятельностью, устанавливая во время занятий доброжелательную, поддерживающую атмосферу, насыщая занятия ценностным содержанием.

Примерная схема проведения занятий по программе:

1. Объяснение теоретического материала по теме, разбор эталонных алгоритмов.
2. Подготовка к экспериментальному занятию, виртуальное моделирование, обсуждение объектов для практического занятия.
3. Проведение практического занятия / лабораторной работы — основная задача освоение методологии данного эксперимента, расчет погрешностей.
4. По окончании предложить детям, которые заинтересовались данным экспериментом, развить его в исследовательский проект (физико-технические кейсы БАС). Для этого необходимо обсудить объекты, которые ученик будет исследовать, составить план эксперимента.
5. Помочь ученику проанализировать результаты эксперимента. Оценить результаты проектно-исследовательской деятельности школьников можно в процессе защиты ими своих работ в рамках школьной научно-практической конференции или кейс-зачетов.

Используемые образовательные технологии, в том числе дистанционные

Обучение может осуществляться с использованием дистанционных образовательных технологий (далее ДОТ), которое предполагает как самостоятельное прохождение учебного материала учеником, так и с помощью сопровождения учителя. При применении ДОТ используются платформы: лицейская

платформа дистанционного обучения Moodle, ФГИС «Моя школа», ГИС «Электронная школа» Новосибирской области, интерактивные симуляторы PhET Interactive и «Физикон».

При реализации рабочей программы используются следующие ведущие технологии деятельностного типа:

- **Технология проблемно-задачного и исследовательского обучения (кейс-технология):** разбор многоэтапных физических задач, ситуаций с недостающими или избыточными данными, анализ реальных физико-технических процессов в беспилотных аппаратах.
- **Технология критериального и формирующего оценивания:** работа с эталонными бланками решений ОГЭ/олимпиад, взаимопроверка по дескрипторам, самодиагностика выполнения экспериментальных заданий.
- **Олимпиадные и соревновательные технологии:** использование материалов для подготовки к профилям олимпиады КД НТИ (Национальная технологическая олимпиада) и стандартов Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству «Профессионалы» в сфере эксплуатации БАС.

2. Содержание курса, модуля

Модуль 1. Методы научного познания и экспериментальная физика (4 часа)

- **Физические величины и измерения:** Физические величины, эталоны, измерительные приборы. Цены деления, абсолютная и относительная погрешность прямых измерений. Приборная погрешность.
- **Методология эксперимента:** Методология косвенных измерений: планирование натурного эксперимента, составление электрических и оптических схем, подбор оборудования.
- **Математическая обработка данных:** Оформление таблиц, графическое отображение функциональных зависимостей (линеаризация данных, сглаживание экспериментальных точек). Правила безопасного проведения физического эксперимента.

Модуль 2. Кинематика и динамика материальной точки и систем (9 часов)

- **Основы кинематики и векторный аппарат:** Механическое движение. Относительность движения. Системы отсчета при анализе полёта летательного аппарата. Векторы (сложение, вычитание, проекции на оси).
- **Виды движения:** Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Кинематические графики \(x(t)\), \(v_x(t)\), \(a_x(t)\), физический смысл площади под графиком скорости. Баллистическое движение (броски горизонтально и под углом с учетом и без учета сопротивления среды). Криволинейное движение: центростремительное ускорение, линейная и угловая скорость вращения несущих винтов дрона.
- **Динамика:** Законы Ньютона, проецирование сил. Сила тяжести, упругости, трения и сопротивления среды. Закон всемирного тяготения. Первая космическая скорость. Перегрузки и невесомость при маневрировании. Движение связанных тел через блоки и по наклонной плоскости.

Модуль 3. Статика, гидроаэродинамика и законы сохранения в механике (5 часов)

- **Статика и гидромеханика:** Момент силы. Правило моментов и условия равновесия твердого тела. Простые механизмы и расчет КПД. Закон Паскаля и закон Архимеда. Плавание тел. Физические основы аэродинамической подъёмной силы крыла/винта (элементы закона Бернулли для систем БАС).
- **Законы сохранения:** Импульс материальной точки и системы. Закон сохранения импульса. Неупругий и абсолютно упругий удары. Реактивное движение. Механическая работа и мощность. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии при наличии и отсутствии сил диссипации.

Модуль 4. Тепловые явления и основы молекулярно-кинетической теории (4 часа)

- **Основы МКТ и фазовые переходы:** Строение вещества и тепловое движение. Внутренняя энергия и способы её изменения. Количество теплоты при фазовых превращениях: удельная теплоемкость, теплота плавления, кристаллизации, парообразования, конденсации, сгорания топлива.
- **Тепловой баланс и двигатели:** Уравнение теплового баланса для сложных многокомпонентных систем с учетом потерь. Графический анализ тепловых процессов (диаграммы фазовых переходов). Тепловые двигатели, их КПД. Тепловые потери и отвод тепла от силовых плат и аккумуляторов БАС.

Модуль 5. Электромагнитные и оптические явления (6 часов)

- **Электродинамика:** Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Законы постоянного тока. Расчет смешанных разветвленных цепей. ЭДС и падение напряжения

на внутренних элементах источника питания. Работа и мощность тока. Закон Джоуля — Ленца. Тепловой расчет кабелей БАС.

- **Магнетизм и индукция:** Постоянные магниты. Магнитное поле проводника с током (правило правой руки). Сила Ампера (правило левой руки). Электромагнитная индукция, правило Ленца. Принцип работы бесколлекторных двигателей BLDC и индукционных датчиков.
- **Геометрическая оптика:** Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Собирающие и рассеивающие линзы, формула тонкой линзы, оптическая сила, линейное увеличение. Построение изображений в оптических системах камер и сенсоров БАС.

Модуль 6. Квантовые явления и комплексный физический анализ (2 часа)

- **Ядерная физика:** Опыт Резерфорда, планетарная модель атома. Состав атомного ядра. Нуклиды, изотопы. Законы сохранения массового и зарядового чисел в ядерных реакциях. Радиоактивный распад (\(\alpha, \beta, \gamma\)-излучения).
- **Анализ информации:** Анализ текстов физического и инженерного содержания: извлечение фактологической информации, сопоставление моделей с реальными техническими устройствами.

3. Планируемые образовательные результаты освоения курса

Личностные результаты (на ступень):

- Сформированность ответственного отношения к учению, готовности к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к познанию и инженерному творчеству;
- Готовность к осознанному выбору дальнейшей индивидуальной образовательной траектории в области физико-математического и инженерного профилей (в частности, в сфере конструирования и эксплуатации БАС);
- Осознание значения физической науки в развитии технологий, техники и обеспечении безопасности жизнедеятельности;
- Развитие навыков сотрудничества, коммуникативной компетентности в процессе образовательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности.

Метапредметные результаты (на ступень):

- **Познавательные УУД:** умение самостоятельно формулировать цели исследования, выдвигать гипотезы; владение навыками моделирования физических систем; умение преобразовывать информацию из одной формы в другую (текст, формулы, графики, таблицы); умение критически оценивать текст физической направленности.
- **Регулятивные УУД:** умение самостоятельно планировать пути достижения целей; владение навыками самоконтроля, самооценки и коррекции алгоритма решения учебных задач по критериям; умение рационально распределять время при выполнении заданий.
- **Коммуникативные УУД:** умение развернуто, логично и аргументированно излагать физическую сущность явлений и ход решения задач; способность продуктивно разрешать конфликты при групповой работе.

Предметные результаты (четко фиксированные для 9 класса):

- **В области методологии и эксперимента:** умение самостоятельно собирать экспериментальную установку по схеме, проводить прямые и косвенные измерения с корректной записью абсолютных погрешностей; делать научно обоснованные выводы;
- **В области механики:** понимание физического смысла величин и законов кинематики и динамики, законов сохранения; уверенное решение многоэтапных задач, включающих баллистику, кинематику связанных тел и аэродинамическое сопротивление;
- **В области тепловых явлений:** умение рассчитывать процессы фазовых переходов с использованием уравнения теплового баланса и графиков; расчет КПД тепловых двигателей и тепловых потерь электроники;
- **В области электромагнитных явлений:** анализ разветвленных цепей постоянного тока, понимание законов электромагнитной индукции (правило Ленца), законов геометрической оптики (формула тонкой линзы) и построение хода лучей;
- **В области квантовых явлений:** умение анализировать планетарную модель атома, состав ядер, законы сохранения в ядерных реакциях и радиоактивном распаде;
- **В области прикладной физики:** умение физически обоснованно интерпретировать принципы работы элементов БАС (подъёмная сила, баланс тяги, потребляемая мощность электродвигателей, дальность радиосигнала).

4. Тематическое планирование

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности обучающихся	Формы проведения занятий
1	**Методы научного познания и экспериментальная физика (4 часа)**				
1.1	Погрешности измерений. Правила работы с приборами.	1	Цены деления, абсолютная и приборная погрешность прямых измерений.	Определение цены деления приборов, расчет границ погрешностей.	Практикум
1.2	Практикум: косвенные измерения механических величин.	1	Методология косвенных измерений (плотность, жесткость пружины, трение).	Сборка экспериментальных установок, проведение косвенных измерений.	Лабораторная работа
1.3	Практикум: экспериментальное исследование зависимостей.	1	Графическое отображение зависимостей, линеаризация данных, сглаживание точек.	Построение графиков зависимостей (\(I\) от \(U\), \(\Delta x\) от \(F\)), линеаризация.	Исследовательский практикум
1.4	Экспериментальный практикум.	1	Проверка гипотез и косвенные измерения с учетом погрешностей.	Самостоятельное выполнение экспериментального задания по критериям.	Лабораторно-практический зачёт
2	**Кинематика и динамика материальной точки и систем (9 часов)**				
2.1	Относительность движения. Векторное сложение скоростей.	1	Относительность движения, СО, векторы применительно к навигации БАС.	Проецирование векторов скоростей, расчет курсового угла БАС с учетом ветра.	Семинар-практикум
2.2	Анализ и графическая интерпретация равноускоренного движения.	1	Преобразование и чтение графиков \(x(t)\), \(v_x(t)\), \(a_x(t)\), площадь под графиком.	Расчет кинематических параметров по графикам, перестроение графиков.	Практикум
2.3	Движение тела, брошенного под углом к горизонту и горизонтально.	1	Баллистика сброса полезной нагрузки с учетом и без учета сопротивления среды.	Моделирование баллистических траекторий, расчет дальности и высоты.	Проблемная лекция с решением задач
2.4	Кинематика вращательного движения.	1	Связь угловых и линейных величин винтомоторных групп БАС.	Расчет центростремительного ускорения и линейной скорости лопасти винта.	Семинар
2.5	Законы Ньютона: методика расстановки сил и проецирования.	1	Границы применимости законов Ньютона, алгоритмы	Составление векторных уравнений движения тел, нахождение проекций сил.	Практикум

			проецирования сил на оси.		
2.6	Силы трения и сопротивления среды. Движение по наклонной плоскости.	1	Силы трения скольжения и покоя. Динамика движения по наклонной плоскости.	Решение расчетных задач на движение тел под действием нескольких сил.	Практикум
2.7	Закон всемирного тяготения. Движение спутников.	1	Закон всемирного тяготения. Первая космическая скорость, перегрузки дрона.	Расчет первой космической скорости, определение перегрузок при маневрах.	Семинар
2.8	Движение связанных тел через неподвижный и подвижный блоки.	1	Алгоритмы составления замкнутых систем уравнений динамики связанных тел.	Составление систем уравнений динамики для связанных тел, их решение.	Практикум
2.9	Задачи кинематики и динамики.	1	Комбинированные расчетные и качественные задачи механики.	Решение комплексных многоэтапных задач повышенной сложности в бланках.	Контрольный практикум
3	**Статика, гидроаэродинамика и законы сохранения (5 часов)**				
3.1	Статика: условия равновесия твердого тела. Расчет простых механизмов.	1	Момент силы. Правило моментов. Расчет «золотого правила» механики и КПД.	Экспериментальная проверка правила моментов, расчет КПД рычага/блока.	Лабораторный практикум
3.2	Давление жидкостей и газов. Закон Архимеда. Элементы аэродинамики.	1	Закон Паскаля, Архимеда. Условия плавания. Элементы закона Бернулли для БАС.	Расчет подъемной силы винта на основе гидроаэродинамических законов.	Семинар с элементами кейс-анализа
3.3	Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.	1	ЗСИ. Неупругий и абсолютно упругий удары. Принцип работы реактивных движителей.	Расчет скоростей тел после соударений, моделирование реактивного движения.	Практикум
3.4	Механическая энергия и закон её сохранения.	1	ЗСЭ. Кинетическая и потенциальная энергия. Учет сил диссипации (сопротивления).	Анализ превращений энергии в комбинированных задачах «динамика + ЗСЭ».	Тренинг решения задач
3.5	**Кейс-зачет.** Анализ физических процессов при эксплуатации БАС.	1	Физическое обоснование процессов взлёта, маневрирования и посадки БАС.	Защита и оппонирование инженерно-физических кейсов в группах.	Защита кейс-заданий
4	**Тепловые явления и основы МКТ (4 часа)**				
4.1	Внутренняя энергия,	1	Способы изменения внутренней энергии.	Чтение и интерпретация графиков нагревания,	Практикум

	теплопередача. Графический анализ фазовых переходов.		Диаграммы фазовых переходов.	плавления и кипения веществ.	
4.2	Составление и расчет уравнений теплового баланса.	1	Уравнение теплового баланса для сложных многокомпонентных систем.	Расчет конечной температуры смеси с учетом тепловых потерь в среду.	Семинар-практикум
4.3	Теплота сгорания топлива. Отвод тепла от плат и аккумуляторов БАС.	1	Удельная теплота сгорания, КПД тепловых двигателей. Тепловые потери в БАС.	Расчет КПД двигателей, оценка тепловыделения на силовых ключах регуляторов.	Практикум
4.4	Тепловые процессы и баланс.	1	Уравнение теплового баланса и графический анализ тепловых процессов.	Самостоятельное решение задач формата ОГЭ/СтатГрад повышенной сложности.	Контрольный практикум
5	**Электромагнитные и оптические явления (6 часов)**				
5.1	Расчет смешанных разветвленных электрических цепей.	1	Закон Ома для участка цепи, соединения проводников, эквивалентное сопротивление.	Преобразование сложных электрических схем, расчет токов и напряжений.	Практикум
5.2	Работа и мощность тока. Энергобаланс бортовых батарей БАС.	1	Работа, мощность электрического тока. ЭДС и внутреннее сопротивление источника.	Расчет потребляемой мощности электромоторов, емкости бортовых батарей БАС.	Практикум
5.3	Магнитное поле. Сила Ампера. Принцип работы электромоторов.	1	Магнитное поле тока (правило правой руки). Сила Ампера (правило левой руки).	Определение направления силы Ампера, изучение 3D-моделей моторов BLDC.	Семинар
5.4	Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца.	1	Опыты Фарадея, электромагнитная индукция, правило Ленца, индукционные датчики.	Экспериментальное исследование индукционных токов, проверка правила Ленца.	Исследовательский семинар
5.5	Геометрическая оптика. Построение хода лучей в линзах.	1	Законы отражения и преломления, формула тонкой линзы, увеличение, линзы.	Построение изображений в линзах, расчет оптических систем камер БАС.	Лабораторный практикум
5.6	Законы постоянного тока, магнетизм и оптика.	1	Цепи постоянного тока, магнетизм, формулы линз и законы	Письменное выполнение комплексной	Контрольный практикум

			геометрической оптики.	контрольной работы по дескрипторам.	
6	**Квантовые явления и комплексный физический анализ (2 часа)**				
6.1	Радиоактивный распад. Ядерные реакции. Анализ текстов.	1	Планетарная модель, состав ядра, законы сохранения в ядерных реакциях, распад.	Составление уравнений ядерных реакций, извлечение информации из научных текстов.	Аналитический семинар
6.2	**Итоговая комплексная диагностика** по курсу.	1	Комплексный анализ элементов содержания всех модулей программы.	Выполнение комплексного теста и развернутой аналитической части работы.	Комплексный контрольный зачёт
	ИТОГО:	**30**			

5. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение курса

1. Обязательные учебные материалы для обучающихся

- Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных организаций / (авторы: Перышкин И. М., Гутник Е. М. / Генденштейн Л. Э. углублённый уровень).
- Сборник качественных и расчетных задач по физике для 7–9 классов (сост. В. И. Лукашик, Е. В. Иванова / И. М. Гельфгат).
- Рабочая тетрадь для лабораторных работ и экспериментальных задач по физике для 9 класса.
- Раздаточные дидактические материалы: технологические карты физических кейсов инженерного профиля «БАС».

2. Методические материалы для учителя

- Методические рекомендации по формированию функциональной и естественнонаучной грамотности обучающихся 7–9 классов.
- Методика подготовки школьников к олимпиадам и независимой оценке качества образования по физике на уровне основного общего образования.
- Демонстрационные материалы, спецификации и кодификаторы контрольно-измерительных материалов государственной итоговой аттестации по физике (ФИПИ).
- Руководство по проведению натурного эксперимента и лабораторного практикума на базе цифровых лабораторий.

3. Цифровые образовательные ресурсы (ЦОР)

- Федеральная государственная информационная система «Моя школа» (библиотека цифрового образовательного контента).
- Российская электронная школа (РЭШ) — интерактивные уроки физики (9 класс).
- Открытый банк заданий ФИПИ (раздел «Физика. Основное общее образование»).
- Интерактивные онлайн-симуляторы PhET Interactive Simulations (University of Colorado Boulder).