Государственное бюджетное учреждение
дополнительного образования
«Дом детского творчества»
«Левобережный»
Невского района Санкт-Петербурга

Принята решением
Педагогического совета
Протокол №1 от 29.08.2025

УТВЕРЖДЕНО
Приказом №155 от 29.08.2025
Директор
В.Н. Васильева

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Машины Голдберга: инженерный практикум»

Срок освоения: 1 год
Возраст обучающихся: 10-14 лет

Разработчик:
Беляков Александр Витальевич
педагог дополнительного образования

Пояснительная записка

Направленность программы: техническая.

Актуальность.

Современного школьника трудно увлечь инженерной наукой ввиду ее сложности, а дополнительная общеразвивающая программа «Конструирование Машин Голдберга: инженерный практикум» отлично подходит для этого. Основной акцент делается на формирование и развитие у обучающихся основ инженерной культуры - владение навыками физического и компьютерного моделирования, проектирования, конструирования, построения эксперимента с постановкой целей и формированием выводов. Машины Голдберга представляют собой остроумно сформированную цепочку событий, приводящих к простому финалу. При проектировании и конструировании такой цепной реакции у школьников формируется опыт проектной деятельности и понимание работы простых механизмов и физических закономерностей. При этом каждый из элементов такой цепной реакции также является отдельной инженерной задачей, а проектирование и изготовление элементов происходит как с использованием ручных инструментов, так и на компьютере и станках ЧПУ.

На теоретической и практической частях занятий поэтапно затрагиваются темы из разных разделов физики (механики, оптики, тепловых, звуковых явлений, электромагнетизма) и других естественно-научных и инженерных дисциплин, том числе основ электроники. Кроме того, учащиеся получают навык работы со специализированными конструкторами, применяемыми в общемировой практике в инженерном и робототехническом образовании и международных соревнованиях по машинам Голдберга.

В курсе используется внутренняя мотивация ребенка: работа над собственным проектом, возможность работать в команде и обмениваться опытом, творчески решать задачи, участвовать в соревнованиях, которые регулярно проводятся по этой дисциплине.

Адресат программы.

Программа предназначена для обучающихся в возрасте от 10 до 14 лет имеющих базовый опыт в этой или смежных инженерных дисциплинах (конструирование машин Голдберга, научная игрушка, робототехника). Прием на программу осуществляется по результатам собеседования и вступительной проектной работы (перед началом учебного года).

Отличительные особенности программы заключаются в том, что она развивает инженерные, изобретательские и творческие компетенции и навыки, позволяет лучше усвоить знания из области школьного курса физики, подготовиться к городским и региональным соревнования по инженерному творчеству и конструированию машин Голдберга

Уровень освоения: общекультурный.

Объем и сроки реализации программы.

Количество часов в год	Общий объем курса обучения
72	72

Цель и задачи программы

Цель программы – освоение основных физических принципов, явлений и связанных с ними закономерностей, а также изобретательских методов в процессе экспериментальных работ, изучения, физического и компьютерного проектирования и сборки отдельных узлов и получаемых из их объединения цепных реакций, так называемых Машин Голдберга.

Задачи

Обучающие:

- На углубленном уровне познакомить обучающихся с идеей «Машины Голдберга», ее форматами (горизонтальный, вертикальный, объемный), техническими, культурными аспектами, способами проектирования и сборки (на основе готовых или новых элементов и конструкторов).
- Сформировать понимание этапов разработки и создания Машины Голдберга в зависимости от ее назначения, типа, размеров, сроков выделенных на проект (придумывание идеи, составление схемы, разработка узлов и их последовательности, подбор материалов, проведение экспериментальных разработок и тестирования отдельных, элементов, связок и цепной реакции в целом)
- Познакомить с различными типами узлов машин Голдберга (механические, электрические, магнитные, оптические, акустические, химические и др.)
- Научить работе с основными специализированными конструкторами (GIGO, LEGO, K'NEX и др), а также электронными конструкторами (Знаток, Позитроник)
- Научить работе с основными материалами и инструментами, необходимыми в разработке и монтаже Машин Голдберга, в том числе основам компьютерного моделирования и производства плоских деталей на станках ЧПУ.
- Познакомить с базовыми принципами инженерного творчества и изобретательства на примере придумывания тематических Машин Голдберга и разработки новых узлов для них (основы ТРИЗ).

Развивающие:

- Развивать навыки научного метода с этапами постановки задачи, выработки дизайна эксперимента, критическим анализом результатов эксперимента и корректировкой своих действий.
- Развивать навыки решения открытых изобретательских задач, нестандартного, ресурсного, системного мышления, навыки видения системы в целом с ее зависимостями, явными и неявными параметрами.
- Научить осуществлять сбор необходимой информации (теоретической и экспериментальной) для успешного проектирования и конструирования собственной машины Голдберга.
- Развить навыки командной работы (выявление ресурсных качеств, распределение ролей) при подготовке и на самих соревнованиях.
- Развить навыки презентации и защиты регулярных учебных проектов и больших проектов для выступления. Подготовить к городским соревнованиям по машинам Голдберга (2-3 в год)

Воспитательные:

- Воспитать умение работать, получая положительные эмоции от самого процесса созидательной деятельности; развить терпение и усидчивость в достижении поставленных задач.
- Получить возможность апробирования коммуникативных навыков, умения адекватно вести себя в стрессовой ситуации (в условиях ограниченных временных ресурсов, в условиях трудоемких задач, в соревновательных условиях) ;
- Сформировать познавательный интерес для самостоятельного изучения Машин Голдберга.

Планируемые результаты

Личностные результаты освоения программы обучающимися:

- получат умение работать, получая положительные эмоции от самого процесса созидательной деятельности; разовьют терпение и усидчивость в достижении поставленных задач.
- получат возможность апробирования коммуникативных навыков, умения адекватно вести себя в стрессовой ситуации (в условиях ограниченных временных ресурсов, в условиях трудоемких задач, в соревновательных условиях);
- приобретут познавательный интерес для самостоятельного изучения «Машин Голдберга».

Метапредметные результаты освоения программы обучающимися:

- Разовьют навыки применения научного метода с этапами постановки задачи, выработки дизайна эксперимента, критическим анализом результатов эксперимента и корректировкой своих действий.
- Разовьют навыки решения открытых изобретательских задач, нестандартного, ресурсного, системного мышления, навыки видения исследуемой/проектируемой системы в целом с ее зависимостями, явными и неявными параметрами.
- Научатся осуществлять сбор необходимой информации (теоретической и экспериментальной) для успешного проектирования и конструирования собственной машины Голдберга.
- Разовьют навыки командной работы (выявление ресурсных качеств, распределение ролей) при подготовке к соревнованиям и на самих соревнованиях.
- Разовьют навыки презентации и защиты регулярных учебных проектов и больших проектов для выступления на соревновании.

Предметные результаты освоения программы обучающимися:

- на углубленном уровне познакомятся с идеей «Машины Голдберга», ее форматами (горизонтальный, вертикальный, объемный), техническими, культурными аспектами, способами проектирования и сборки (на основе готовых или новых элементов и конструкторов).
- сформируют понимание этапов разработки и создания Машины Голдберга в зависимости от ее назначения, типа, размеров, времени выделенного на проект (придумывание идеи, составление схемы, разработка узлов и их последовательности, подбор материалов, проведение экспериментальных разработок и тестирования

отдельных связок и цепной реакции в целом). Научатся работе на каждом из указанных этапов.

- познакомятся с различными типами узлов машин Голдберга (механические, электрические, магнитные, оптические, акустические, химические и др.)
- научатся работе с основными специализированными конструкторами (GIGO, LEGO, K'NEX и др)
- научатся работе с основными материалами и инструментами, необходимыми в разработке и монтаже Машин Голдберга, том числе основам компьютерного моделирования и производства плоских деталей на станках ЧПУ.
- познакомятся с базовыми принципами инженерного творчества и изобретательства на примере придумывания тематических Машин Голдберга и разработки новых узлов для них (основы ТРИЗ).

Организационно-педагогические условия реализации программы

Язык реализации программы: государственный язык Российской Федерации - русский.

Форма обучения: очная.

Особенности реализации программы: реализация в двух образовательных пространствах - в компьютерном классе и исследовательской лаборатории/мастерской.

Условия набора и формирования групп: группы комплектуются из разновозрастных обучающихся в возрасте 10-14 лет, проявляющих интерес к инженерному творчеству, научному эксперименту и изобретательской деятельности и имеющих базовый опыт в области конструирования цепных реакций или смежных инженерных дисциплинах (научная игрушка, занимательная наука, робототехника и др.). Прием на программу осуществляется по результатам собеседования и вступительной проектной работы (перед началом учебного года).

Наполняемость учебной группы: 15 человек

Формы организации и проведения занятий: в группе, в том числе индивидуально.

Программа реализуется с группой обучающихся на аудиторных занятиях (образовательные интенсивы, эксперименты, мастер-классы).

Формы организации деятельности на занятиях: фронтальная, групповая, в том числе индивидуальная. Разработка личных и командных проектов.

Формы организации образовательного процесса: учебные (аудиторные) занятия.

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 академических часа с перерывом после каждого академического часа (72 часа в течение учебного года). Продолжительность академического часа – 45 минут, перерыв между академическими часами – не менее 10 минут.

Материально-техническое обеспечение программы

- учебный кабинет (столы, стулья);
- флипчатный комплекс (доска, блокноты, маркеры и маркеры по доске);
- технические (компьютер, интерактивная электронная доска, проектор).
- Набор материалов для инженерного творчества и конструирования Машин Голдберга: бруски деревянные разных форм, желобки деревянные и пластиковые, наборы шариков, пружинные, рычажные, блочные конструкции и механизмы, элементы электронного конструктора, элементы оптического конструктора, наборы специализированных конструкторов, наборы магнитов, трубки разных диаметров. Листовые материалы: картон, фанера, пластик. Основные инструменты и расходные материалы используемые на уроках технологии. Дополнительные тематические материалы, связанные со спецификой подраздела, такие как бытовые приборы, новогодние аксессуары и пр.
- На этапе раздела курса посвященному компьютерному моделированию и работе на ЧПУ станке занятия проводятся в компьютерном классе и специально подготовленном оборудовании соответственно.

Кадровое обеспечение

Программу может реализовывать педагог, имеющий педагогическое профильное инженерное образование, в совершенстве владеющий навыками руководства учебно-научно-исследовательской, проектной, конструкторской деятельностью учащихся, имеющий опыт в конструировании машин Голдберга.

Учебный план

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов			Форма промежуточной аттестации/ текущего контроля
		Всего	В том числе		
			теория	практика	
1.	**Повторение/освоение базовых принципов конструирования машин Голдберга. Инструктаж по технике безопасности.**	2	1	1	Анкета. Педагогичекое наблюдение
2.	**Магнитные явления. Использование постоянных магнитов в машинах Голдберга.**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и практическая работа (мини-проект)
3.	**Основы электроники. Использование электрических и радиоуправляемых машинок, а также элементов с**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и

	оптическими и звуковыми датчиками.				практическая работа (мини-проект)
4.	**Основы электроники (часть 2). Электронные схемы использующие звуковые эффекты.**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и практическая работа (мини-проект)
5.	**Оптические явления: новые элементы. Использование оптических иллюзий в машинах Голдберга**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и практическая работа (мини-проект)
6	**Использование специализированных конструкторов:конструктор GIGO Инструктаж по технике безопасности.**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и практическая работа (мини-проект)
7	**Использование специализированных конструкторов: конструкторы LEGO Technik и их аналоги.**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и практическая работа (мини-проект)
8	**Использование специализированных конструкторов: K'NEX (часть 1)**	2	1	1	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
9	**Использование специализированных конструкторов: K'NEX (часть2)**	2	0,5	1,5	Промежуточная аттестация (тест) Практическая работа (мини проект)
10	**Использование специализированных конструкторов: K'NEX (часть3)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
11	**Особый вид цепных реакций: Pithagora Switch (текстовые). Инструктаж по технике безопасности.**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
12	**Подготовка к осеннему тематическому соревнованию по конструированию машин Голдберга (Часть 1).**	2	0,5	1,5	Практическая работа
13	**Подготовка к осеннему тематическому соревнованию**	2	0,5	1,5	Практическая работа

	по конструированию машин Голдберга (Часть 2).				
14	**Подготовка к осеннему тематическому соревнованию по конструированию машин Голдберга (Часть 3).**	2	0	2	Практическая работа
15	**Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на горизонтальной поверхности. (Часть 1) Инструктаж по технике безопасности.**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
16	**Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на горизонтальной поверхности. (Часть 2)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
17	**Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на горизонтальной поверхности. (Часть 3)**	2	0	2	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
18	**Тепловые явления в машинах Голдберга**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
19	Использование специализированных конструкторов: вертикальный конструктор «НаТворИМ»	2	0	2	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
20	**Химические реакции в машинах Голдберга. Инструктаж по технике безопасности.**	2	0	2	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
21	**Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на вертикальной поверхности. (Часть 1)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
22	**Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на вертикальной поверхности. (Часть 2)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
23	**Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на вертикальной поверхности. (Часть 3)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и

					Практическая работа (мини проект)
24	Конструирование трассы Marble Run на основе универсальной соединительной детали. **Инструктаж по технике безопасности.**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
25	**Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 1. Проектирование универсальной детали).**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
26	**Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 2. Освоение программного обеспечения).**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
27	**Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 3. Освоение ЧПУ станка для лазерной резки). Инструктаж по технике безопасности.**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
28	**Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 4. Полный цикл разработки и производства детали).**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
29	**Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 5. Полный цикл разработки и производства детали. Продолжение).**	2	0,5	1,5	Практическая работа (мини проект) Промежуточная аттестация (тест)

30	**Подготовка весеннего тематического проекта (Часть 1). Инструктаж по технике безопасности.**	2	0,5	1,5	Практическая работа
31	**Подготовка весеннего тематического проекта (Часть 2).**	2	0,5	1,5	Практическая работа
32	**Подготовка весеннего тематического проекта (Часть 3).**	2	0	2	Практическая работа
33	**Адаптация электронного конструктора Знаток и Позитроник к задачам конструирования машин Голдберга (часть 1)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
34	**Адаптация электронного конструктора Знаток и Позитроник к задачам конструирования машин Голдберга (часть 2)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
35	**Адаптация электронного конструктора Знаток и Позитроник к задачам конструирования машин Голдберга (часть 3)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
36	**Использование некоторых сенсорно-эффекторных схем на основе контроллера Arduino в качестве машин Голдберга (часть 4)**	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение и Практическая работа (мини проект)
	Итого:	**72**	**16,5**	**55,5**	

Содержание

1) Повторение/освоение базовых принципов конструирования машин Голдберга. Инструктаж по технике безопасности.

Теория: История, разновидности, особенности разных форматов, типовые узлы. Изучение опорных плакатов и схем, просмотр видео с соревнований, занятий кружка, интернет. Инструктаж по технике безопасности и порядку работ в пространстве класса, раскладке материалов и

Практика: Создание объемной машины Голдберга в мини группах по соревновательным критериям оценивания (число узлов, их разнообразие, количество несрабатываний).

2) Магнитные явления. Использование постоянных магнитов в машинах Голдберга.
Теория: Углубленный разбор вариантов применения магнитных элементов: использование разных видов магнитного ускорителя, разблокировка цепной реакции, применение самодельных электромоторов, использование магнитов для создания художественного эффекта.
Практика: Создание небольших машин Голдберга на 4-5 связанных узлов с использованием постоянных магнитов и электромагнитов.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

3) Основы электроники.
Использование электрических и радиоуправляемых машинок, а также элементов с оптическими и звуковыми датчиками.
Теория: Изучение устройства радиуправляемых машинок. Разбор других вариантов применения в машинах Голдберга дистанционной передачи сигнала.
Практика: Создание небольших машин Голдберга на 4-5 связанных узлов с использованием дистанционного управления и управления через срабатывание датчика (оптического, акустического).
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

4) Основы электроники (часть 2). Электронные схемы использующие звуковые эффекты.
Теория: Электронные схемы с использованием звуковых узлов: радио, сирена, реле, схемы повторяющие звук. Использование звуковых датчиков.
Практика: Применение этих элементов в конструировании машины Голдберга запускающейся от звука и включающей звуковой эффект (работа в малых группах).
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

5) Оптические явления: новые элементы. Использование оптических иллюзий в машинах Голдберга
Теория: Использование линз, призм, фильтров, оптических иллюзий. Виды оптических иллюзий. Иллюзия перспективы, иллюзии вращательного движения, иллюзии объема, невозможные фигуры и пр.
Практика: Создание машины Голдберга, создающей оптическую иллюзию (работа в малых группах).
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

6) Использование специализированных конструкторов:конструктор GIGO
Инструктаж по технике безопасности.
Теория: изучение вариантов базовых моделей (рычаги, блоки, пантограф, зубчатая рейка, катапульта и др.)
Инструктаж по технике безопасности.
Практика: Создание машины Голдберга, использующей базовые механические конструкции из набора GIGO. Разработка вариантов объединения конструктора с окружающими предметами, обычно используемыми в создании проектов.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

7) Использование специализированных конструкторов: конструкторы LEGO Technik и их аналоги.

Теория: изучение базовых моделей конструктора (шлюз, зажим, гироскоп, кран, требушет, ветропривод, весы, балансир и др.), как моторизованных, так и нет.
Практика: Создание машины Голдберга, использующей базовые механические конструкции из наборов LEGO Разработка вариантов объединения конструктора с окружающими предметами, обычно используемыми в создании проектов.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

8) Использование специализированных конструкторов: K'NEX (часть 1)
Теория: изучение принципов соединения деталей. Изучение простых механизмов: шарниры, шлюзы, блоки, рычаги и мн.др., создание удобных адаптеров для элементов из обычных предметов.
Практика: Создание машины Голдберга, использующей базовые механические конструкции из наборов K'NEX. Разработка вариантов объединения конструктора с окружающими предметами, обычно используемыми в создании проектов.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

9) Использование специализированных конструкторов: K'NEX (часть2)
Теория: Принципы использования элементов конструктора для задач переключения в простых механизмах: подвижный рычаг, переключатель пути, перегруженный рычаг, нитевой толкатель и мн.др.
Практика: Создание машины Голдберга, использующей базовые механические конструкции из наборов K'NEX. Разработка вариантов объединения конструктора с окружающими предметами, обычно используемыми в создании проектов.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

10)Использование специализированных конструкторов: K'NEX (часть3)
Теория: Принципы использования моторизованных конструкций на основе конструктора K'NEX.
Практика: Создание машины Голдберга, использующей моторизованные конструкции из наборов K'NEX. Разработка вариантов объединения конструктора с окружающими предметами, обычно используемыми в создании проектов.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

11) Особый вид цепных реакций: Pithagora Switch (текстовые).
Инструктаж по технике безопасности.
Теория: разбор типов финальных узлов в японской традиции конструирования цепных реакций: Оригами, киригами, вывод на экране, складывание пазла, накладывание трафарета и мн. другие.
Инструктаж по технике безопасности.
Практика: Создание небольших машин Голдберга на 4-5 связанных узлов с последовательным применением нескольких текстовых элементов. Дополнительная задача создания текстового элемента для многократного использования.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)**.**

12) Подготовка к осеннему тематическому соревнованию по конструированию машин Голдберга (Часть 1).

Теория: Подбор подтемы. Рисование схемы с учетом наличия узлов разных типов. Планирование ресурсов. Распределение ролей. Учет оценочных факторов при составлении проекта машины Голдберга.
Практика: Сборка обрешетки тренировочного куба, начало работы над командным проектом, сборка и монтаж стартовых узлов.
Форма контроля: педагогическое наблюдение

13) Подготовка к осеннему тематическому соревнованию по конструированию машин Голдберга (Часть 2).
Теория: Основы ТРИЗ. Повторение методов разрешения технических противоречий (15 приемов). Изучение опорного плаката. Распределение задач по группам для работы над общим проектом.
Практика: Раздельная сборка отдельных частей проекта перед их сборкой внутри каркаса.
Форма контроля: педагогическое наблюдение

14) Подготовка к осеннему тематическому соревнованию по конструированию машин Голдберга (Часть 3).
Практика: Работа над командным проектом, окончательная сборка, проверка сложных мест, требующих доработки на соревновании. Съемка видеовизитки, проработки задач и ролей на соревновании.
Форма контроля: педагогическое наблюдение

15) Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на горизонтальной поверхности. (Часть 1) Инструктаж по технике безопасности.
Теория: видео примеры и разбор основных узлов или адаптации обычных элементов к такому применению. Работа с опорным плакатом с изображением основных и дополнительных типов элементов. Примеры использования рычагов и блоков.
Инструктаж по технике безопасности.
Практика: Работа над мини проектом для последующей сборки в формате поэкранной съемки: создание минипроекта по примеру из видео.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

16) Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на горизонтальной поверхности. (Часть 2)
Теория: Разбор примеров использования магнитов: магнитный мост, магнитная блокировка, магнитные качели, магнитные пушки (одиночные и каскадные) и др.
Практика: Работа над мини проектом для последующей сборки в формате поэкранной съемки: создание минипроекта по примеру из видео.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

17) **Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на горизонтальной поверхности. (Часть 3)**
Теория: Разбор примеров использования спинеров, машинок. Синхронизация процессов. Разработка собственной схемы мини-проекта.
Практика: Работа над мини проектом для последующей сборки в формате поэкранной съемки: создание минипроекта по своему сценарию.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа).

18) Тепловые явления в машинах Голдберга
*Практика: П*римеры праздничных тематических проектов. Разбор проектов с одного из соревнований, посвященных новому году. Работа над несколькими или одной общей

цепной реакции. Использование узлов с включением гирлянд, хлопушкой, наряжением елочки.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача аттестационного проекта (практическая работа)

19) Использование специализированных конструкторов: вертикальный конструктор «НаТворИМ» (часть1)
Теория: Повторение основных узлов и правил использования конструктора, изучение новой элементной базы.
Практика: Создание вертикальных машин Голдберга с использованием тематических подборок элементов: а) музыкальных/сетовых б)новогодних.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

20) Химические реакции в машинах Голдберга.
Инструктаж по технике безопасности.
Теория: Типы химических реакций. Продукты химических реакций. Признаки химических реакций. Применение реакции разложения и реакций с выделением газов. Примеры интересных химических реакций с изменением цвета, выпадением осадка и выделением тепла.
Инструктаж по технике безопасности.
Практика: Создание машины Голдберга, использующей в качестве одного из узлов химическую реакцию с выделением газа. Создание машины Голдберга, использующей в качестве одного из узлов химическую реакцию с изменением окраски раствора (работа в малых группах).
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

21) Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на вертикальной поверхности. (Часть 1)
Теория: видео примеры и разбор основных узлов или адаптации обычных элементов к такому применению. Работа с опорным плакатом с изображением основных и дополнительных типов элементов.
Практика: Работа на вертикальных фанерных поверхностях (проект на два занятия). Работа с инструментом, отработка способов крепления (клей, саморезы, стяжки, двусторонний скотч). Отработка быстрой реализации простых элементов и создание оригинальных элементов, создающих визуальное/звуковое наполнение цепной реакции (текстовые, ритмические), кроме передачи энергии далее.
Форма контроля: педагогическое наблюдение

22) Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на вертикальной поверхности. (Часть 2)
Теория: Разбор дополнительных узлов для вертикальных цепных реакций. Изучение примеров с соревнований по вертикальным машинам Голдберга. Изучение элементной базы из видео.
Практика: Создание оригинальных элементов, создающих визуальное/звуковое наполнение цепной реакции (текстовые, ритмические), кроме передачи энергии далее. Подготовка к внешним соревнованиям в этом формате.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

23) Особый вид цепных реакций: Машины Голдберга на вертикальной поверхности. (Часть 3)

Теория: Составление проектной документации для машины Голдберга. Разбор распространенных ошибок при планировании работы рамках соревнования.
Практика: Тестовый режим составления схем проектов. Доделывание проектов прошлого занятия. Текстовая и визуальная презентация проектов. Подготовка к внешним соревнованиям в этом формате.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

24) Конструирование трассы Marble Run на основе универсальной соединительной детали. Инструктаж по технике безопасности.

Теория: изучение видов трасс (Marble Run) для движения шариков (сварные, на основе закрепленных филаментов, трассы в деревянных брусках, на основе конструктора).
Инструктаж по технике безопасности.
Практика: Конструирование произвольной трассы, освоение конструктора без инструкций, поиск вариантов использования.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта

25) Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 1. Проектирование универсальной детали).

Теория: ТРИЗ и ресурсное мышление. Выбор распространенного предмета (крыжечки от бутылок, втулки от туалетной бумаги, стаканчики от кофе и пр.) и проектирование соединительного/дополнительного элемента для него (эскиз, основные размеры).
Практика: Конструирование машины Голдберга из предметов одного вида с сопутствующим проектированием дополнительной детали. Моделирование ее из простых материалов (картон, бумага).
Форма контроля: педагогическое наблюдение.

26) Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 2. Освоение программного обеспечения).

Теория: Освоение программного обеспечения для векторного рисования.
Практика: Работа за компьютером в парах. Компьютерное моделирование придуманной детали. Завершение мини-проекта.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта, начатого на прошлом занятии.

27) Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 3. Освоение ЧПУ станка для лазерной резки).
Инструктаж по технике безопасности.

Теория: Инструктаж по технике безопасности. Устройство станка, экспорт файла в программу станка, настройка параметров резки.
Практика: Освоение работы на станке, изготовление детали (поочередно группами), с последующей корректировкой исходного файла и вторичным производством. Использование получившейся детали для создание элемента машины Голдберга.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача проектов.

28) Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 4. Полный цикл разработки и производства детали).

Теория: Освоение программ облегчающих расчет стандартных конструкций (коробок, пазов, соединений).

Практика: Работа в программе и на ЧПУ станке. Расчет, моделирование и производство конструкций по заданиям в парах (рычаги, горки, весы и пр.) Сборка и попытка применения в конструировании машины Голдберга.
Форма контроля: педагогическое наблюдение в рамках начала работы над 2 дневным проектом

29) Компьютерное моделирование и производство элементов машины Голдберга на ЧПУ-станках. (Часть 5. Полный цикл разработки и производства детали. Продолжение).
Теория: Освоение программ облегчающих расчет стандартных конструкций (коробок, пазов, соединений)
Практика: Работа в программе и на ЧПУ станке. Расчет, моделирование и производство конструкций по заданиям в парах (рычаги, горки, весы и пр.) Сборка и применение в конструировании машины Голдберга.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача проектов.

30) Подготовка весеннего тематического проекта (Часть 1). Инструктаж по технике безопасности.
Теория: Подбор подтемы. Рисование схемы с учетом наличия узлов разных типов. Планирование ресурсов. Распределение ролей. Учет оценочных факторов при составлении проекта машины Голдберга. Инструктаж по технике безопасности.
Практика: Сборка обрешетки тренировочного куба, начало работы над командным проектом, сборка и монтаж стартовых узлов.
Форма контроля: педагогическое наблюдение

31) Подготовка весеннего тематического проекта (Часть 2).
Практика: Раздельная сборка отдельных частей проекта перед их сборкой внутри каркаса.
Форма контроля: педагогическое наблюдение

32) Подготовка весеннего тематического проекта (Часть 3).
Практика: Работа над командным проектом, окончательная сборка, проверка сложных мест, требующих доработки на соревновании. Съемка видеовизитки, проработки задач и ролей на соревновании.
Форма контроля: педагогическое наблюдение

33) Адаптация электронного конструктора Знаток и Позитроник к задачам конструирования машин Голдберга (часть 1)
Теория: Изучение элементной базы конструктора Знаток и основных схем использующих замыкание электрической цепи через ключи и датчики (магнитные, оптические, пьезо и др.). Изучение основных эффекторных элементов, применимых для продолжения цепной реакции.
Практика: Создание машины Голдберга с использованием штатных электронных схем конструктора Знаток, содержащих сенсорные и эффекторные элементы.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

34) Адаптация электронного конструктора Знаток и Позитроник к задачам конструирования машин Голдберга (часть 2)
Теория: Изучение элементной базы конструктора Знаток и основных схем использующих замыкание электрической цепи через ключи и датчики (магнитные, оптические, пьезо и

др.). Изучение основных эффекторных элементов, применимых для продолжения цепной реакции.
Практика: Создание машины Голдберга с использованием штатных электронных схем конструктора Знаток, содержащих сенсорные и эффекторные элементы.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

35) Адаптация электронного конструктора Знаток и Позитроник к задачам конструирования машин Голдберга (часть 3)
Теория: Изучение элементной базы конструктора Знаток и основных схем использующих замыкание электрической цепи через ключи и датчики (магнитные, оптические, пьезо и др.). Изучение основных эффекторных элементов, применимых для продолжения цепной реакции.
Практика: Создание машины Голдберга с использованием штатных электронных схем конструктора Знаток, содержащих сенсорные и эффекторные элементы.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа)

36**) Использование некоторых сенсорно-эффекторных схем на основе контроллера Arduino в качестве машин Голдберга (часть 4)**
Теория: Изучение базовых принципов работы с контроллером Arduino, знакомство с несколькими готовыми схемами, изучение этапod их создания и условий использования в машине Голдберга. Изучение сенсорной и эффекторной части схемы, предназначенных для приема и передачи цепной реакции. Задел на следующий год.
Практика: Создание машины Голдберга с использованием схем на основе контроллера Arduino, содержащих сенсорные и эффекторные элементы.
Форма контроля: педагогическое наблюдение и сдача мини-проекта (практическая работа).

Методические материалы

реализации программы с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Педагогические технологии: технология личностно-ориентированного развивающего обучения (И.С.Якиманская), технология индивидуального обучения (Инге Унт, В.Д. Шадриков), педагогика сотрудничества (С.Т.Шацкий, В.А.Сухомлинский, Л.В.Занков, И.П. Иванов, Е.Н.Ильин, Г.К.Селевко и др.), коммуникативная технология обучения (Г.Лозанов), информационные технологии (Г.К.Селевко), здоровьесберегающие технологии (В.М.Бехтерев).

При реализации дополнительной общеразвивающей программы используются различные образовательные **технологии**, в том числе дистанционные образовательные технологии.

№ (наименования разделов см. выше)	ЭОР	Дидактический материал	Приемы	Методы и практики
1-36	www.russianrobofest.ru https://robofinist.ru/ https://mathus.ru/phys/ https://interneturok.ru/ https://www.youtube.com/@JosephsMachines https://www.youtube.com/@MarbleMovieMakers https://www.youtube.com/@NaTvorIM_GoldbergMachines https://vk.com/natvorim_goldbergmachines https://www.lektorium.tv/goldbergmachines https://www.trizland.ru/	Иллюстративный материал к темам программы: фотографии из открытых источников интернет, иллюстрации книг по «Машинам Голдберга», слайды, плакаты, аудио- и видеозаписи, банк учебных фильмов/мастер-классов	устное изложение, беседа, диалог, работа по образцу. беседа, показ педагогом, работа по образцу.	**Теоретические занятия** словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративный; фронтальный, индивидуально-фронтальный **Практические занятия** словесный, наглядный, практический, экспериментальный, лабораторный, игровой, объяснительно-иллюстративный, репродуктивный; фронтальный, групповой, индивидуальный.

Информационные источники

для педагога:

1. Альтшуллер Г. С. «Найти идею: введение в теорию решения изобретательских задач». 2-е изд., доп. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд - ние, 1991. - 225 с.
2. Галатонова Т. «Стань инженером» КТК Галактика, 2022 г. – 120 с.
3. Меерович М. И. «Технология творческого мышления» / Марк Меерович, Лариса Шрагина. – 4-е изд.- М.: Альпина Паблишер, 2022. - 506 с.
4. Норт Райан «Как изобрести все Создай цивилизацию с нуля». – Москва. Бомбора 2023 – 568 с.

5. Пчелкина Е.Л. «ДАРИЗ: Детский алгоритм решения изобретательских задач» КТК «Галактика» 2018 – 128 с.

для обучающихся:

6. 1. Альтшуллер Г. С. «Найти идею: введение в теорию решения изобретательских задач». 2-е изд., доп. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд - ние, 1991. - 225 с.
7. Галатонова Т. «Стань инженером» КТК Галактика, 2022 г. – 120 с.
8. Меерович М. И. «Технология творческого мышления» / Марк Меерович, Лариса Шрагина. – 4-е изд.- М.: Альпина Паблишер, 2022. - 506 с.
9. Норт Райан «Как изобрести все Создай цивилизацию с нуля». – Москва. Бомбора 2023 – 568 с.
10. Пчелкина Е.Л. «ДАРИЗ: Детский алгоритм решения изобретательских задач» КТК «Галактика» 2018 – 128 с.

для родителей:

11. Альтшуллер Г. С. «Найти идею: введение в теорию решения изобретательских задач». 2-е изд., доп. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд - ние, 1991. - 225 с.
12. Галатонова Т. «Стань инженером» КТК Галактика, 2022 г. – 120 с.
13. Меерович М. И. «Технология творческого мышления» / Марк Меерович, Лариса Шрагина. – 4-е изд.- М.: Альпина Паблишер, 2022. - 506 с.
14. Норт Райан «Как изобрести все Создай цивилизацию с нуля». – Москва. Бомбора 2023 – 568 с.
15. Пчелкина Е.Л. «ДАРИЗ: Детский алгоритм решения изобретательских задач» КТК «Галактика» 2018 – 128 с.

Интернет источники

www.russianrobofest.ru
https://robofinist.ru/
https://mathus.ru/phys/
https://interneturok.ru/
https://www.youtube.com/@JosephsMachines
https://www.youtube.com/@MarbleMovieMakers
https://www.youtube.com/@NaTvorIM_GoldbergMachines
https://vk.com/natvorim_goldbergmachines
https://www.lektorium.tv/goldbergmachines
https://www.trizland.ru/
https://www.youtube.com/playlist?list=PLJc_biUk0i74jFg5ebL83b28OXqNJ1CrC
https://inkscape.org/ru/

Оценочные материалы

Программой предусмотрены виды контроля:

– входной контроль осуществляется на первом занятии в форме анкетирования (Приложение 1.);

– текущий контроль регулярно осуществляется в виде педагогического наблюдения (Приложение 2.) и результативности сборки мини-проектов в малых группах.

– Промежуточная аттестация выполняется в виде тестов (в первой и третей четверти) и сдачи практического проекта (во второй и четвертой четверти).

– Итоговое оценивание представляет собой оценку качества усвоения обучающимися содержания программы, выставляемую по ряду критериев.

Формы и методы отслеживания результатов

Карта оценки результативности обучающегося по дополнительной общеразвивающей программе

№ п/п	Результаты	Параметры оценки уровня освоения программы	Характеристика низкого уровня освоения программы	Оценка уровня освоения программы (в баллах)					Характеристика высокого уровня освоения программы
				Очень слабо	Слабо	Удовлетворительно	Хорошо	Очень хорошо	
1	**Предметные результаты**	**Опыт освоения теоретической информации (объём, прочность, глубина)**	Информация не освоена	1	2	3	4	5	Информация освоена полностью в соответствии с задачами программы
2	**Предметные результаты**	**Опыт практической деятельности (степень освоения способов деятельности: умения и навыки)**	Способы деятельности не освоены (мини-проект состоит из стандартных узлов, тематические элементы не использованы, цепная реакция не работает)	1	2	3	4	5	Способы деятельности освоены полностью в соответствии с задачами программы: построена цепная реакция с использование тематических элементов, связки настроены и регулярно срабатывают, Машина Голдберга срабатывает целиком, последовательно.
3	**Личностные результаты**	**Опыт эмоционально-ценностных отношений (вклад в формирование личностных качеств учащегося)**	Отсутствует позитивный опыт эмоционально-ценностных отношений (проявление элементов агрессии, защитных реакций, негативное, неадекватное поведение)	1	2	3	4	5	Приобретён полноценный, разнообразный, адекватный содержанию программы опыт эмоционально-ценностных отношений, способствующий развитию личностных качеств учащегося
4	**Личностные результаты**	**Опыт общения и поведения в социуме**	Общение отсутствовало (ребёнок закрыт для общения)	1	2	3	4	5	Приобретён опыт взаимодействия и сотрудничества в системах «педагог-учащийся» и «учащийся-учащийся».
5	**Метапредметные результаты**	**Опыт творчества**	Освоены элементы репродуктивной,	1	2	3	4	5	Приобретён опыт самостоятельной творческой деятельности

			имитационной деятельности						(оригинальность, индивидуальность, качественная завершенность результата)
6	**Метапредметные результаты**	**Мотивация и осознание перспективы**	Мотивация и осознание перспективы отсутствуют	1	2	3	4	5	Стремление ребёнка к дальнейшему совершенствованию в данной области (у ребёнка активизированы познавательные интересы и потребности)
			Итоговый балл						-

Общая оценка уровня освоения программы (критериальный аппарат):
7-18 баллов – программа освоена на низком уровне;
19-24 баллов – программа освоена на среднем уровне;
25-30 баллов – программа освоена на высоком уровне.

Ведомость итогового контроля результативности обучающихся по дополнительной общеразвивающей программе

Код группы:_____ учебный период: _____ ФИО педагога:_____

Название программы: _____

№ п/п	**ФИО учащегося**	**Оценка уровня освоения программы учащимися**						**Итоговый балл**	**Уровень освоения программы (низкий, средний высокий)**
		Опыт освоения теоретической информации (объём, прочность, глубина)	Опыт практической деятельности (степень освоения способов деятельности: умения и навыки)	Опыт эмоционально-ценностных отношений (вклад в формирование личностных качеств учащегося)	Опыт общения	Опыт творчества	Мотивация и осознание перспективы		
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
9.									
10.									
11.									

_____ _____ _____

Дата Подпись ФИО педагога

Приложение 1. Анкета

1. **Фамилия, имя** _____
2. **Возраст (полных лет)** _____
3. **Слышал ли что-то про «машины Голдберга»?**

   Да **Нет**
4. **Принимал ли участие в соревнованиях по проектированию «машин Голдберга»?**

   Да **Нет**
5. **Как ты узнал про нашу программу «Машины Голдберга»?**

   _____

   _____

   _____

Приложение 2. Форма педагогического наблюдения.

№	Содержание наблюдений	Редко	Иногда	Часто
1	**Учебная деятельность:** равнодушие; нежелание учиться; затруднение в освоении программы.			
2	**Взаимоотношения со сверстниками.** ***Положение в группе/объединении:*** изоляция; противопоставление себя коллективу; положение вожака микро группы, состоящих из трудных учащихся. ***Отношение к другим детям:*** жестокое обращение со слабыми и младшими; пренебрежительное отношение к сверстникам.			
3	**Взаимоотношения со взрослыми.** ***С педагогом:*** конфликтный характер взаимоотношений; грубость; бестактность; ложь. ***С родителями:*** конфликтный характер; ложь; грубость, хамство.			
4	**Поведение и поступки.** ***В ДДТ «Левобережный»:*** прогулы;			

	нарушения требований школьной дисциплины; нецензурная брань; жаргонная речь; порча имущества; драки.			