МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ
МАГАДАНСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИЙ ЦЕНТР «ЮНОСТЬ»

Принята на заседании педагогического совета
«10» сентября 2026 г.
Протокол № 4

«УТВЕРЖДАЮ»
И. о. директора
_____ И. Г. Яркова
Приказ № 615 от «10» 09 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ (ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ) ПРОГРАММА ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«Математическое моделирование»

Уровень программы: *стартовый*
Срок реализации программы: *1 год, 72 ч.(2 ч. в неделю, 36 учебных недель)*
Возрастная категория: 14 – 15 лет
Состав группы: до 12 чел.
Форма обучения: *очная*
Вид программы: *модифицированная*
Программа реализуется на *бюджетной основе*
ID-номер программы в Навигаторе:

Авторы-составители:
Дерягина Валентина Викторовна,
педагог дополнительного образования.

Магадан, 2026

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Математическое моделирование» (далее Программа) имеет техническую направленность ориентирована на развитие интереса детей к инженерной деятельности, современным технологиям. При разработке программы учтены требования следующих нормативных правовых документов:

− Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

− «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», утвержденная указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 года № 145;

− «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р;

− «План основных мероприятий, проводимых в рамках Десятилетия детства, на период до 2027 года», утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 января 2021 года № 122-р;

− «План основных мероприятий Министерства просвещения Российской Федерации по проведению в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий», утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации 23 августа 2022 года № 758;

− «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам», утвержденный приказом Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 года № 629;

− Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 сентября 2021 года № 652н;

− «Порядок организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ», утвержденный

приказом Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 882/391;

− Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 года № 28;

− «Стратегия социально-экономического развития Магаданской области на период до 2030 года», утвержденная постановлением Правительства Магаданской области от 05 марта 2020 года № 146-пп;

− Распоряжение Правительства Магаданской области от 28 декабря 2023 года № 430-рп «О внесении изменений в распоряжение Правительства Магаданской области от 09 августа 2022 г. № 302-рп»;

- Распоряжение Правительства РФ от 01.-07.2025 №1745-р» О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 31.03 2022 №678-р и об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, II этап (2025-2030 годы);

− Методические рекомендации по разработке дополнительных общеразвивающих программ (письмо министерства Просвещения РФ от 23.01.2026 № АБ-254/06);

− Федеральный закон №261-ФЗ от 14.07. 2022 «О российском движении детей и молодежи»;

− Устав МОГАУ ДО «Детско-юношеский центр «Юность»;

− Положение о детском технопарке «Кванториум Магадан».

Актуальность программы

Программа отвечает вызовам наукоемкого производства и цифровизации. Для учащихся 14–15 лет математика перестает быть просто набором правил, и становится главным языком инженерного проектирования. Особенностью программы является интеграция алгебраического аппарата, математической логики и стереометрии с прикладными исследовательскими кейсами

ключевых направлений технопарка: IT-квантума, Промробоквантума, Автоквантума, Аэроквантума, Биоквантума и Хайтек-цеха.

Адресат программы. Данная образовательная программа ориентирована на обучающихся 14-15 лет. Наполняемость групп до 12 человек.

Форма обучения по программе - очная.

Особенности организации образовательного процесса.

Программа рассчитана на 72 часа, ее освоение требует владения предметными знаниями школьного курса математики 1-6 классов. Занятия в соответствии с учебно-тематическим планом проводятся согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПин «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» СП 2.4.4.36-48-20 (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28).

На первом этапе обучающиеся знакомятся с правилами техники безопасности, осваивают основные вычислительные навыки, учатся решать логические и нестандартные задачи, развивают пространственное мышление, функциональную и естественно-математическую грамотность, В качестве результата освоения образовательной программы предполагается, что обучающиеся смогут применять полученные знания для успешного освоения и программ и выполнения проектов в основных квантумах.

Режим, периодичность и продолжительность занятий

В течение недели проводится 1 занятие по 2 академических часа в соответствие с расписанием, с 10 минутным перерывом. Основная форма: групповые, индивидуальные занятия,

Цель: Формирование у обучающихся устойчивого навыка математического моделирования реальных физических, цифровых и экономических

процессов, необходимого для успешной проектно-инженерной и исследовательской деятельности в детском технопарке «Кванториум».

Задачи:

Обучающие

- Углубить знания формул сокращенного умножения, теории корней и степеней; научить строить и решать системы уравнений высших степеней; обучить расчету усложненных вероятностных моделей, геометрическому черчению сечений и графиков; сформировать навыки составления математических моделей для задач на сплавы, движение и банковские расчеты (кредиты, оптимизация).

Развивающие

- Развивать пространственное и абстрактное мышление; формировать навыки декомпозиции комплексных проблем, поиска оптимума систем и верификации результатов моделирования.
- Развивать логическое и аналитическое мышление: формировать умение строить причинно-следственные связи, выдвигать гипотезы, аргументировать свои выводы и находить нестандартные пути решения задач.
- Развивать пространственное воображение: формировать навыки мысленного вращения объектов, конструирования объемных тел и соотнесения 2D-моделей с реальными 3D-объектами.
- Развить навыки работы с данными: научить извлекать, анализировать, структурировать и интерпретировать информацию, представленную в виде графиков, диаграмм, таблиц и логов телеметрии.

Воспитательные

- Повышать интерес к инженерно-техническому творчеству: формировать внутреннюю мотивацию к изучению точных наук через

демонстрацию практической ценности математики в современных технологиях (IT, робототехника, БПЛА).

- Воспитывать командное взаимодействие, инженерную дисциплину, бережливое отношение к ресурсам и оборудованию технопарка.
- Воспитывать инженерную культуру и усидчивость: формировать целеустремленность, самостоятельность, аккуратность при выполнении расчетов и готовность доводить решение сложной изобретательской задачи до конца.
- Формировать критическое отношение к информации: развивать умение проверять достоверность данных, оценивать риски и принимать взвешенные решения (например, в рамках финансовой грамотности или оценки безопасности полетных миссий).

Содержание программы

Учебно-тематический план

№	Наименование учебного модуля	Количество часов: Всего	Количество часов: Теория	Количество часов: Практика	Форма контроля
1	МОДУЛЬ 0. Диагностика сформированности математических знаний и навыков	**4**	**0**	**4**	
	Вводные диагностические занятия	4	0	4	Математический диктант, практические задания
2	Модуль 1. Формируем вычислительные навыки: основы алгебры	**16**	**4**	**12**	Математический диктант, блиц-турнир
	1.1 Формулы сокращенного умножения. Задача Хайтека: расчет прочности композитного крыла БПЛА	2	1	1	Блиц-турнир
	1.2 Свойства степеней и корней. Задача IT-	2	0,5	1,5	Практическая работа

	квантума: расчет тактовой частоты и сжатия сигналов				
	1.2 Действия с иррациональностями в инженерных формулах (практикум)	2	0	2	Математический диктант
	1.3 Квадратные и рациональные уравнения. Задача Автоквантума: точка торможения беспилотного карта	2	0,5	1,5	Практическая работа
	1.4 Блиц-турнир по решению уравнений высших степеней	2	0	2	Блиц-турнир
	1.5 Системы уравнений. Задача Робоквантума: углы поворота манипулятора	2	1	1	Практическая работа
	1.6 Составление математических моделей по логам (практикум)	2	0,5	1,5	Самостоятельная работа
	1.7 Итоговый математический диктант по Модулю 1	2	0,5	1,5	Математический диктант
3	Модуль 2. Развиваем логику и теорию вероятностей	**14**	**3,5**	**10,5**	Тестирование, защита расчетных кейсов
	2.1 Теоремы сложения и умножения. Задача IT-квантума: надежность серверного узла	2	1	1	Практическая работа
	2.1 Практикум по вычислению вероятностей в цифровых системах	2	0	2	Тестирование
	2.2 Формула Бернулли. Задача Автоквантума: передача пакетов телеметрии	2	0,5	1,5	Практическая работа
	2.2 Оценка стабильности беспроводной связи (практикум)	2	0,5	1,5	Решение расчетных кейсов
	2.3 Математическое	2	0,5	1,5	Практическая

	ожидание и статистика. Задача Биоквантума: анализ популяции				работа
	2.3 Обработка массивов опытных данных в таблицах	2	0,5	1,5	Практическая работа
	2.4 Случайные величины. Итоговое тестирование по Модулю 2	2	0,5	1,5	Тестирование
4	Модуль 3. Развиваем пространственное мышление	**14**	**3,5**	**10,5**	Геометрический практикум, защита сечений
	3.1 Стереометрия. Аксиомы и взаимное положение прямых в каркасе прибора	2	1	1	Практическая работа
	3.1 Практикум: определение взаимного положения элементов 3D-конструкции	2	0	2	Геометрический практикум
	3.2 Сечения объемных тел. Задача Хайтека: подготовка STL-модели к слайсингу	2	0,5	1,5	Практическая работа
	3.2 Геометрический практикум: построение сечений призм и цилиндров	2	0	2	Защита сечений
	3.3 Объемы и площади поверхностей. Задача Хайтека: расчет литьевой формы	2	1	1	Практическая работа
	3.4 Функции и графики + 3.5 Координаты и векторы в 3D (объединенная тема)	2	1	1	Практическая работа
	3.5 Векторные уравнения перемещения робота. Защита пространственных макетов	2	0	2	Защита макетов
5	Модуль 4. Совершенствуем вычислительные навыки	**14**	**3,5**	**10,5**	Самостоятельная работа, презентация моделей
	4.1 Задачи на сплавы и смеси. Задача Биоквантума: концентрация солевого раствора	2	1	1	Практическая работа

	4.1 Уравнения баланса массы для систем смешивания жидкостей	2	0	2	Самостоятельная работа
	4.2 Задачи на сложные виды движения. Задача Аэроквантума: точка встречи БПЛА	2	0,5	1,5	Практическая работа
	4.2 Моделирование кинематики физических объектов (практикум)	2	0,5	1,5	Решение логических задач
	4.3 Задачи на совместную работу. Задача Хайтека: загрузка парка 3D-принтеров	2	1	1	Практическая работа
	4.4 Нелинейные текстовые задачи: разряд батареи робота под нагрузкой	2	0,5	1,5	Практическая работа
	4.4 Презентация и защита построенных математических моделей	2	0	2	Презентация моделей
6	Модуль 5. Формируем функциональную и естественнонаучную грамотность	**10**	**2,5**	**7,5**	Анализ финансово-технического кейса
	5.1 Простые и сложные проценты. Задача Проектного менеджмента: кредит на ЧПУ	2	1	1	Анализ финансово-технического кейса
	5.2 Задачи на оптимизацию ресурсов. Задача Хайтека: коробка максимального объема	2	0,5	1,5	Практическая работа
	5.3 Естественнонаучные кейсы и телеметрия. Задача Автоквантума: анализ графиков	2	0,5	1,5	Анализ кейса
	5.4 Анализ комплексных кейсов и ТРИЗ: разрешение инженерных противоречий	2	0,5	1,5	Анализ кейса
	Итоговая аттестация. Комплексная олимпиада «Кванто-марафон»	2	0	2	Олимпиада, защита
	ИТОГО:	72	17	55	

Содержание учебного плана, планируемые результаты

№	Раздел, тема занятий, кейс и задачи квантумов	Количество часов теории (что должен знать)	Количество часов практики (что должен уметь)	Компетентностная траектория (метапредметные, личностные результаты)
1	**Модуль 1. Основы алгебры.**			
1.1	Формулы сокращенного умножения. Выражение переменных. *Задача Хайтека:* Преобразование и упрощение многочленов при расчете прочности композитного крыла БПЛА.	Знать формулы сокращенного умножения и алгоритмы выражения сложных зависимостей.	Уметь преобразовывать буквенные выражения и раскрывать скобки в инженерных формулах.	Развитие аналитического мышления и точности символьных преобразований.
1.2	Свойства степеней и корней. Действия с иррациональностями. *Задача IT-квантума:* Расчет тактовой частоты процессора контроллера и сжатия сигналов через дробные степени.	Знать свойства степеней с вещественными показателями и правила извлечения корней.	Уметь выполнять действия с корнями и степенями при расчете кодирования данных.	Формирование базовой математической интуиции в области цифровой обработки.
1.3	Квадратные и рациональные уравнения. Блиц-турнир. *Задача Автоквантума:* Определение точки торможения беспилотного карта через решение квадратного уравнения движения.	Знать методы решения квадратных, биквадратных и дробно-рациональных уравнений.	Уметь находить корни уравнений высших степеней и оперативно считать на турнире.	Повышение скорости расчетов в условиях дефицита времени, развитие логики.
1.4	Системы уравнений. Математический диктант. *Задача Робоквантума:* Расчет углов поворота звеньев манипулятора через	Знать методы решения систем уравнений (подстановка, сложение, графический способ).	Уметь решать системы уравнений и составлять их математические модели по логам.	Формирование навыков преодоления сложных вычислительных задач, усидчивости.

	системы нелинейных уравнений.			
2	**Модуль 2. Логика и вероятность.**			
2.1	Сложные события. Теоремы сложения и умножения. *Задача IT-квантума:* Оценка надежности серверного узла при параллельном и последовательном соединении дисков.	Знать теоремы сложения и умножения вероятностей, понятия зависимых и независимых событий.	Уметь вычислять вероятности совместных и несовместных событий в цифровых системах.	Развитие критического и вероятностного мышления, понимания архитектуры ИТ.
2.2	Повторение испытаний. Формула Бернулли. *Задача Автоквантума:* Расчет вероятности успешной передачи пакетов данных телеметрии по радиоканалу при помехах.	Знать комбинаторный смысл схемы Бернулли и условия ее применения к техническим тестам.	Уметь применять формулу Бернулли для оценки стабильности беспроводной связи.	Формирование исследовательской позиции при анализе стабильности устройств.
2.3	Элементы статистики и математическое ожидание. *Задача Биоквантума:* Статистический анализ распределения размеров популяции бактерий, расчет среднего значения.	Знать понятия математического ожидания, дисперсии и среднего отклонения выборки.	Уметь обрабатывать массивы опытных данных био-экспериментов в таблицах.	Развитие навыков метрологии, точной фиксации результатов исследований.
2.4	Случайные величины. Итоговое тестирование. *Задача Робоквантума:* Моделирование погрешности позиционирования схвата робота при случайных колебаниях тока.	Знать законы распределения дискретных случайных величин, правила прохождения тестов.	Уметь строить полигон распределения случайной величины и успешно сдать тест.	Повышение внимания к деталям кодовой логики, развитие самоконтроля.
3	**Модуль 3. Пространственное мышление.**			
3.1	Стереометрия. Аксиомы и взаимное положение прямых. *Задача*	Знать аксиомы стереометрии, признаки параллельности и	Уметь определять взаимное положение элементов трехмерной	Развитие геометрической зоркости, пространственного

	Проектирование каркаса прибора, анализ пересечения осей элементов конструкции.	перпендикулярности прямых и плоскостей.	конструкции по эскизу.	воображения.
3.2	Сечения объемных многогранников и тел вращения. *Задача Хайтека:* Подготовка трехмерной STL-модели детали к послойному нарезанию (слайсингу) на 3D-принтере.	Знать правила построения следов плоскостей и методы построения сечений многогранников.	Уметь строить сечения призм, пирамид и цилиндров плоскостью на чертеже.	Формирование конструкторских навыков для работы с аддитивной техникой.
3.3	Объемы и площади поверхностей сложных тел. *Задача:* Расчет площади литьевой формы под корпус мыши для определения расхода жидкого силикона.	Знать формулы объемов и площадей поверхностей цилиндра, конуса, сферы и призмы.	Уметь вычислять объемы сложных комбинированных трехмерных прототипов приборов.	Формирование бережливого подхода к расходованию сырья в лаборатории.
3.4	Функции и построение графиков. Геометрический практикум. *Задача IT-квантума:* Построение графиков тригонометрических и степенных функций для визуализации звуковых волн.	Знать свойства основных функций, методы преобразования графиков (сдвиги, растяжения).	Уметь строить графики сложных функций вручную и в программной среде GeoGebra.	Развитие навыков компьютерного моделирования и чтения графических данных.
3.5	Координаты и векторы в 3D. Защита макетов. *Задача Робоквантума:* Написание векторных уравнений для перемещения робота по осям X, Y, Z в пространстве.	Знать понятия координат точки, вектора, скалярного произведения векторов в пространстве.	Уметь выполнять операции над векторами и защитить пространственный макет.	Развитие презентационных навыков, уверенности в инженерных решениях.
4	**Модуль 4. Вычислительные навыки.**			
4.1	Задачи на сплавы,	Знать понятия	Уметь составлять	Формирование

	смеси и концентрации. *Задача Биоквантума:* Расчет концентрации солевого раствора для поддержания жизнедеятельности культуры клеток.	массовой доли вещества, концентрации раствора, уравнения баланса массы.	уравнения для систем смешивания нескольких жидкостей разной плотности.	навыка строгого следования технологическому регламенту.
4.2	Задачи на сложные виды движения. Самостоятельная работа. *Задача Аэроквантума:* Расчет точки встречи двух беспилотников, летящих по разным траекториям с ускорением.	Знать формулы равномерного и равноускоренного движения, принципы составления уравнений связи.	Уметь решать текстовые задачи на движение по реке, окружности и встречное движение.	Навыки точного моделирования кинематики физических объектов Кванториума.
4.3	Задачи на совместную работу и производительность. *Задача Хайтека:* Расчет загрузки парка из трех 3D-принтеров разной мощности для выполнения серийного заказа.	Знать понятия производительности труда, объема работы и времени выполнения совместных задач.	Уметь составлять рациональные уравнения для многокомпонентных задач на работу.	Формирование навыков планирования производственной деятельности мастерской.
4.4	Нелинейные текстовые задачи. Презентация моделей. *Задача проектной деятельности:* Математическое описание процесса разряда аккумуляторной батареи робота под нагрузкой.	Знать алгоритмы перевода сложных физических зависимостей в математические уравнения.	Уметь защищать построенные математические модели и интерпретировать их корни.	Развитие проектного мышления, умения аргументировать точность моделей.
5	**Модуль 5. Функциональная грамотность.**			
5.1	Простые и сложные проценты. Банковские кредиты. *Задача Проектного менеджмента:* Составление графика аннуитетных платежей по займу	Знать формулу сложных процентов, схемы аннуитетных и дифференцированных платежей.	Уметь рассчитывать переплату по кредиту и составлять таблицы выплат для стартапа.	Развитие финансовой грамотности, базового стратегического планирования бизнеса.

	на покупку ЧПУ-станка.			
5.2	Задачи на оптимизацию ресурсов. *Задача Хайтека:* Нахождение размеров коробки максимального объема при фиксированной площади развертки листа.	Знать методы поиска экстремумов (наибольших и наименьших значений переменных) в прикладных задачах.	Уметь составлять функцию оптимизации и находить ее максимум для экономии материалов.	Осознание принципов бережливого проектирования систем автоматики.
5.3	Естественнонаучные кейсы и телеметрия. *Задача Автоквантума:* Анализ графика зависимости крутящего момента двигателя от оборотов, выбор точки переключения передач.	Знать законы соответствия графиков реальных физических процессов математическим функциям.	Уметь извлекать числовые данные из графиков телеметрии и логов датчиков машин.	Способность быстро находить информацию в комплексных технических схемах.
5.4	Анализ комплексных кейсов и ТРИЗ.	Знать ТРИЗ-методы разрешения системных и пространственных противоречий в CAD	Уметь формулировать математические противоречия в расчетных инженерных кейсах	Развитие гибкости, оригинальности, критичности и глубины ума.

Планируемые результаты обучения по результатам освоения программы

В результате освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы по математике обучающиеся достигают следующих результатов:

Предметные результаты (Hard skills)

Знать:

- Формулы сокращенного умножения, методы тождественных преобразований буквенных выражений и систем нелинейных уравнений.
- Свойства степеней с действительными показателями, арифметических корней и алгоритмы их применения к кодированию данных.
- Теоремы сложения и умножения вероятностей, схему независимых испытаний Бернулли, понятия математического ожидания и дисперсии выборки.

- Аксиомы стереометрии, методы построения следов плоскостей и сечений объемных тел, формулы объемов правильных многогранников и тел вращения.
- Свойства основных математических функций, алгоритмы преобразования графиков в декартовой системе координат и векторов в 3D.
- Методы составления математических моделей для текстовых прикладных задач на сплавы, смеси, совместную работу и равноускоренное движение.
- Финансовые схемы начисления сложных процентов, аннуитетных платежей, кредитов и методы математической оптимизации параметров систем.

Уметь:

- Преобразовывать иррациональные выражения и оперативно решать уравнения высших степеней при анализе телеметрии моделей.
- Рассчитывать надежность сложных цифровых узлов ИТ-систем и строить полигоны распределения случайных величин погрешностей датчиков.
- Выполнять чертежи сечений объемных тел, вычислять их площади поверхностей для оценки расхода сырья на 3D-печать.
- Строить графики тригонометрических и степенных функций в среде GeoGebra для визуализации физических волн.
- Составлять уравнения баланса масс для химических растворов и рассчитывать производительность парка станков ЧПУ.
- Анализировать графики логов датчиков, составлять кредитные сметы и применять ТРИЗ-подходы для устранения инженерных противоречий.

Развивающие результаты (Soft skills / Метапредметные)

- Алгоритмическое мышление: Способность формализовать текстовое описание физического процесса в виде математических уравнений и функций.
- Пространственное воображение: Умение мысленно оперировать объемными телами, строить их сечения плоскостью и работать в CAD-средах 3D-моделирования.
- Критическое мышление: Навык верификации корней уравнений, оценки адекватности расчетной модели и рисков отказов технических систем.
- Командная работа и презентация: Способность распределять роли при решении оптимизационных бизнес-кейсов и аргументированно защищать расчетную часть проекта.

Воспитательные результаты (Личностные)

- Сформированность устойчивого интереса к научно-исследовательской деятельности, прикладному программированию и точным инженерным наукам.

- **Профессиональная дисциплина:** Внимательность к расчетным допускам, аккуратность проектирования и настойчивость в поиске экстремума систем.
- Культура бережливого инженерного мышления, ответственного отношения к бюджетам, ресурсам и техническому оснащению лабораторий Магаданской области.

Комплекс организационно-педагогических условий

Условия реализации программы

Реализация каждого подмодуля программы осуществляется в специализированной аудитории детского технопарка с использованием современного оборудования. Помещение оснащено в соответствии с техническими нормами безопасности. Оснащено:

-посадочные места по количеству обучающихся в группе;

-рабочее место педагога-наставника;

-сетевое оборудование;

-персональный компьютер, интерактивная панель;

-комплект канцелярских принадлежностей.

Необходимое материально-техническое оборудование

№	Наименование оборудования, расходных материалов и ПО	Количество
1	**Аппаратное обеспечение (Технические средства)**	
1.1	Персональный ноутбук учащегося (ОЗУ от 8 Гб, процессор с поддержкой CAD)	12 шт.
1.2	Персональный ноутбук педагога-наставника	1 шт.
1.3	Интерактивная панель со встроенным компьютером	1 шт.
1.4	Флипчарт магнитный или маркерная доска для вывода формул и блок-схем	1 шт.
2	**Программное обеспечение (ПО)**	
2.1	Операционная система (Windows 10/11 или Astra Linux)	13 шт.
2.2	Динамическая математическая среда GeoGebra (свободное ПО)	13 шт.
2.3	Визуальная среда Scratch 3.0 Offline Editor (свободное ПО)	13 шт.
3	**Расходные материалы**	
3.1	Тонкие цветные маркеры для доски (для черчения графов и сечений)	1 пачка

Оценка, формы аттестации

Оценка приобретенных знаний, умений и навыков обучающихся осуществляется методом наблюдения в различных формах практико-ориентированной деятельности (блиц-турниры, защита макетов, решение графических работ и расчетно-технических кейсов) и фиксации их умений во время выполнения работ по кейсу, защите артефакта (решения задачи, блок-схемы, математической модели или геометрического макета) в каждом учебном модуле.

Формы аттестации:

- Демонстрация результата участия в деятельности по решению расчетно-технического кейса, изготовления геометрического артефакта (развертки, макета объемного тела) в соответствии с взятой на себя ролью внутри команды;
- Экспертная оценка материалов, продуктов (блок-схем алгоритмов, топологий графов локальных сетей, расчетов проектных смет) по результатам деятельности по направлению;
- Подготовка презентации по итогам работы над артефактом (публичная защита олимпиадных решений, презентация бюджета проекта) и оценки и самооценки.

Виды аттестации:

В рамках реализации программы предусмотрены следующие виды аттестации:

- Текущая — на каждом занятии (оценка активности при устном счете, разборе логических софизмов и решении задач со спичками);
- Промежуточная — по итогам освоения каждого учебного модуля, в форме математического диктанта, блиц-турнира, тестирования, графической работы, разработки блок-схем, самостоятельной работы или защиты расчетно-технического кейса; результат оценивается по критериям (приложение 1), в форме соревнований;
- Итоговая — по результатам освоения программы, проводится в формате презентации проекта и защиты (публичное представление решений нестандартных задач); в форме соревнований (командный олимпиадный «Кванто-марафон»).

Методические материалы

При изучении тем по направлениям квантумов данная программа предусматривает использование фронтальной, групповой формы учебной деятельности обучающихся:

– фронтальная форма – для изучения нового материала, информация подаётся всей группе до 12 человек;

– групповая форма – помогает педагогу сплотить группу общим делом, способствует качественному выполнению задания, формированию коммуникативных навыков и компетенций (деятельность по решению кейса, изготовлению артефакта осуществляется в малых группах по 3-4-5 человек).

В процессе реализации программы используются следующие активные и интерактивные методы и формы занятия: наглядный, словесный, практический, работа с информацией, поиск информации; кейс-технологии; мозговой штурм; метод фокальных объектов, викторина, ролевая игра, соревнование, выставка, решение задач.

Единство и взаимосвязь методов обучения позволяет осуществлять обучение как совместную творческую деятельность педагога и обучающихся, сотворчество и сотрудничество, значительно повысить эффективность и качество подготовки обучающихся.

Информационные источники

Для педагога:

1. Альтшуллер Г. С. Найти идею: Введение в ТРИЗ — Теорию решения изобретательских задач. — М.: Альпина Паблишер, 2021.
2. Белов В. В., Воробьев Е. М. Элементы теории графов и комбинаторики в инженерных расчетах. — М.: Высшая школа, 2020.
3. Копосов Д. Г. Первые шаги в робототехнику. 5–6 классы: практикум. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2021.
4. Торгашева Ю. В. Первые шаги в робототехнику: методика обучения детей от 7 лет. — М.: ДМК Пресс, 2020.
5. Филиппов С. А. Робототехника и прикладная математика для детей и родителей. — СПб.: Наука, 2022.

Для учащихся и родителей:

1. Генденштейн Л. Э. Алиса в стране математики. Занимательные логические задачи. — М.: ИЛ, 2021.
2. Делс К. Программирование и алгоритмизация на Scratch для детей. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2022.

3. Игнатьев Е. И. В царстве смекалки, или Математика для всех. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2023.
4. Левитин А. В., Левитина О. А. Алгоритмические головоломки. — М.: МЦНМО, 2019.
5. Спивак А. В. Тысяча и одна задача по математике: Олимпиадный сборник для 5–6 классов. — М.: Просвещение, 2022.

Интернет-ресурсы:

1. **Официальный сайт Scratch** [Электронный ресурс]. — URL: mit.edu — Среда визуального программирования, создания и публикации алгоритмических проектов.
2. **Инженерно-образовательный портал «ПроРоботов.рф»** [Электронный ресурс]. — URL: https://пророботов.рф — Методические материалы по робототехнике, идеи для расчетно-технических кейсов.
3. **Образовательная динамическая математическая среда GeoGebra** [Электронный ресурс]. — URL: geogebra.org — Инструмент для интерактивного моделирования геометрических фигур, 3D-проекций и планиметрии.
4. **Информационно-популярный портал «Элементы большой науки»** [Электронный ресурс]. — URL: https://elementy.ru — Задачи на развитие естественнонаучной грамотности и разбор математических моделей в природе.
5. **Всероссийский образовательный портал «МетаШкола»** [Электронный ресурс]. — URL: https://metaschool.ru — Интернет-олимпиады по математике, логические тесты и практикумы для учащихся 5–6 классов.

Приложение 1

Система критериев оценки итоговых проектов и олимпиадных решений

Оценка расчетно-технического проекта или командного олимпиадного решения осуществляется по 10-балльной шкале, где оцениваются три ключевых блока: математическая грамотность и точность (Hard skills), алгоритмическая логика и глубина анализа (Hard skills), презентация решений и командная работа (Soft skills).

Таблица критериев оценки математических проектов и решений (Математика в Кванториуме)

Название критерия	**Описание и показатели (за что ставятся баллы)**	**Баллы**
1. Математическая точность и расчеты (Hard skills)		**0–3**
Высокий уровень	Расчеты точные, ошибок нет. Самостоятельно найден самый рациональный математический метод (например, через формулу Пика, свойства графов, инверсию).	3
Средний уровень	Задача решена правильно, но выбран громоздкий путь перебора. Допущены мелкие арифметические погрешности, не повлиявшие на общую логику решения.	2
Низкий уровень	Решение найдено с грубыми математическими ошибками. Базовые формулы (вероятность, проценты, площади) задействованы некорректно.	1
Критический уровень	Расчеты полностью неверны, математическая модель задачи не построена.	0
2. Алгоритмическая логика и анализ кейса (Hard skills)		**0–3**
Высокий уровень	Логика безупречна. Блок-схема алгоритма или топология графа составлены без ошибок, аккуратно. Проведена успешная трассировка (отладка).	3
Средний уровень	Составлен рабочий линейный или базовый циклический алгоритм. Связь с запросом квантума прослеживается, но в логических переходах есть редкие сбои.	2
Низкий уровень	Алгоритм или схема составлены хаотично. Обучающийся путает блоки условий и циклов, не умеет находить и самостоятельно исправлять логические ошибки.	1
Критический уровень	Логическая структура или блок-схема полностью отсутствует, решение списано без понимания.	0

3. Презентация решений и командная работа (Soft skills)		**0–4**
Высокий уровень	Обучающийся (или пара) уверенно рассказывает о ходе решения, точно обосновывает выбранные математические законы. Роли в команде четко распределены. Ответы на вопросы наставника точные.	4
Средний уровень	Проект или задача продемонстрированы успешно, но рассказ сбивчивый. На вопросы наставника отвечает с подсказками. Роли в паре распределены неравномерно.	2–3
Низкий уровень	Ученик отказывается презентовать решение, демонстрирует записи молча, не может объяснить логику формул. Напарники спорят во время защиты.	1
Критический уровень	Проект или решение не представлены к защите.	0
МАКСИМАЛЬНЫЙ БАЛЛ ЗА ПРОЕКТ / РЕШЕНИЕ:		**10**

Итоговый протокол перевода баллов в уровни освоения программы:

- **8–10 баллов — Высокий уровень (Отлично):** Обучающийся полностью освоил программу, демонстрирует математическое творчество, глубокое понимание алгоритмизации, геометрии и теории графов. Способен аргументированно защитить свое техническое решение.
- **5–7 баллов — Средний уровень (Хорошо):** Базовые навыки сформированы. Ребенок умеет считать и составлять схемы по образцу/инструкции, но испытывает небольшие затруднения при создании собственных алгоритмов или публичном выступлении.
- **1–4 балла — Низкий уровень (Удовлетворительно):** Программа освоена частично. Требуется регулярная помощь наставника как на этапе математических расчетов, так и при построении блок-схем.
- **0 баллов:** Программа не освоена.