МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Череповецкий государственный университет»

РАССМОТРЕНО
на заседании Ученого совета
Протокол № 9
от «24» апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Ректор _____ О.Ю. Лягинова
М.П.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

«Исследование математических моделей»

Направленность – техническая
Возрастная категория – 10-14 лет
Срок реализации – 72 часа

Череповец
2025

Ламанова Л.А., Никанова Т.Ю. «Исследование математических моделей». Дополнительная общеобразовательная – общеразвивающая программа / под ред. Ламановой Л.А., Никановой Т.Ю. – Череповец: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет», 2025 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Исследование математических моделей» своей целью ставит стимулирование познавательного интереса учащихся в области главной естественной дисциплины – математики, изучение ее особенностей как науки, углубление математических знаний, совершенствование исследовательских способностей учащихся, создание условий для раскрытия их творческого и интеллектуального потенциала, вовлечение в научно-техническую деятельность.

Данная программа служит для реализации практических задач, поставленных перед дополнительным образованием. По направленности образовательного процесса она является комплексной и объединяет два направления деятельности: естественно-научное и техническое.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет», 2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Исследование математических моделей» реализуется на основании следующих нормативных документов:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»,

Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. № 1642,

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Минпросвещения России от 01.03.2023 (№ 629 от 27.07.2022) «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»,

Стратегия Научно-технологического развития Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 01 декабря 2016 № 642,

Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»,

Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р,

Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет»,

Положение о деятельности Центра «Дом научной коллаборации имени академика И.П. Бардина» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет».

Актуальность программы

Математическое моделирование становится очень популярным и актуальным в наше время. Постоянно меняющийся темп жизни требует необходимых для применения в практической деятельности новых современных инструментов познания и прогнозирования различных ситуаций. Математика является тем предметом, который обладает универсальным языком для описания процессов и явлений окружающего мира, возможности моделирования этих явлений и процессов в науке, технике, социальной, экономической и политической жизни современного цивилизованного общества. Изучение курса направлено на осознанное овладение обучающимися математическим аппаратом моделирования явлений и процессов, изучения свойств этих моделей.

Программа призвана способствовать развитию у обучающихся умений «перевести» описанную в задаче жизненную ситуацию на математический язык и установить соотношения между компонентами процесса по законам арифметики, алгебры, геометрии.

Для моделирования привлекаются различные математические объекты: числовые формулы, числовые таблицы, буквенные формулы, функции, алгебраические уравнения или их системы, неравенства, системы неравенств, ряды, геометрические фигуры, разнообразные схемы, графы.

Составление математической модели задачи, перевод задачи на язык математики готовит учащихся к моделированию реальных процессов и явлений в их будущей деятельности.

Отличительные особенности и новизна

Содержание обучения, представленное в Программе, позволяет вести обучение школьников в режиме актуального познания. Практическая направленность курса на создание внешних образовательных продуктов — блок-схем, алгоритмов, моделей, и т.п. — способствует выявлению фактов, которые невозможно объяснить на основе имеющихся у школьников знаний. Возникающие при этом познавательные переживания обусловливают сознательное отношение к изучению основных теоретических положений математики.

Категория обучающихся (адресат программы) – учащиеся 4-8 классов (10-14 лет, проект «Детский университет»). Наиболее целесообразно прохождение программы для обучающихся, имеющих интерес к техническим наукам и математике в целом.

Программа может быть ориентирована на школьников 10-14 лет, 4-8 классов (проект «Детский университет») ранее уже проходивших обучение по данной программе, желающих получить более глубокие знания и взаимосвязи между математикой и др.областями научного познания, ее прикладным применением, с учетом кейс-заданий разного уровня сложности, уровень практической части зависит от возраста и уровня подготовки учащихся.

Условия и сроки реализации программы, режим занятий и формы – программа может быть реализована за счет бюджетных средств, в том числе с использованием персонифицированного финансирования и внебюджетных средств от сторонних организаций и физических лиц.

Общее количество учебных часов – 72 часа, количество часов в неделю – 2 часа 1 раз в неделю, форма организации образовательного процесса – очная, групповая, самостоятельная работа по кейс-заданиям программы.

Возможна дистанционная форма обучения и может быть организована двумя способами:

- при наличии у обучающегося необходимых технических средств он может осваивать материал и выполнять задания в полном объеме, при этом оценка результатов педагогом и консультации при работе будут ограничены возможностями удаленной связи.
- при отсутствии технических средств задания корректируются в сторону разработки заданий без проверки их на конкретной модели, большего использования видеоматериалов и информационных ресурсов для освоения программы.

При организации дистанционного обучения также возможна групповая и самостоятельная работа учащихся по кейс-заданиям программы.

Допустима смешанная форма обучения – очно-дистанционная, групповая и самостоятельная работа учащихся по кейс-заданиям программы.

Восстановление занятий допустимо реализовывать с использованием дистанционного обучения и самостоятельной работы обучающихся по кейс-заданиям программы.

Занятия могут быть групповые, командные (2-5 человек) и предусматривают интерактивные лекции, лабораторные работы, мастер-классы, деловые игры, тренинги, выполнение самостоятельной работы с использованием кейс-технологии

и проектного подхода в обучении. Для наглядности используется различный мультимедийный материал — презентации, видеоролики, приложения и пр. Методы обучения: проведение эксперимента, исследовательская и проектная работа.

Программа рассчитана на проведение занятий в группах от 5 до 18 человек.

Цель и задачи программы

Цель: формирование представлений о математике как универсальном языке науки, средстве моделирования явлений и процессов.

Задачи:

Обучающие:

– способствовать приобретению математических знаний и умений при решении задач на движение, проценты, производительность, простейших комбинаторных и геометрических задач

– сформировать умение использовать базовые понятия математики для моделирования моделей;

– способствовать получению первоначального практического опыта проектной работы.

Развивающие:

– развивать пространственное, образное, логическое мышление учащегося, являющегося важнейшей частью его интеллектуального развития в целом;

– развивать творческий подход к делу и поиску нестандартных решений в процессе создания математических моделей;

– развивать творческие авторские начала через создание самостоятельных проектов, участие в конкурсах и олимпиадах;

– способствовать обогащению жизненного опыта и формированию системы ценностей;

– повышать грамотность обучающихся в области Интернет-технологий;

– сформировать навыки элементарного проектирования, конструирования, размещения и сопровождения проекта;

– способствовать формированию умения практического применения полученных знаний;

– сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;

– сформировать умение выступать публично с докладами, презентациями и пр.

Воспитательные:

– вести воспитание средствами математики культуры личности, отношения к математике как к части общечеловеческой культуры.

– воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;

– способствовать формированию положительной мотивации к трудовой деятельности;

– способствовать формированию опыта совместного и индивидуального творчества при выполнении командных заданий;

– воспитывать трудолюбие, уважение к труду;

– формировать чувство коллективизма и взаимопомощи.

Ожидаемые результаты

Предметные результаты:

- может использовать базовые знания для моделирования математических моделей;
- умеет моделировать объекты в пространстве;

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- демонстрирует умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умеет планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- обосновывает цель работы, планирование действий для достижения поставленной цели;
- обладает умением осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- вносит коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;
- обосновывает постановку новых учебных задач в сотрудничестве с другими участниками учебного процесса;
- осваивает способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- оценивает получающийся творческий продукт и соотносит его с изначальным замыслом, по необходимости выполняет коррекцию продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- производит поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- использует средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- ориентируется в разнообразии способов решения задач;
- анализирует объекты с выделением существенных и несущественных признаков;
- проводит сравнение и классификацию по заданным критериям;
- строит логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- синтезирует, составляет целое из частей, в том числе самостоятельно достраивает с восполнением недостающих компонентов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- аргументирует свою точку зрения при выборе оснований и критериев выделения признаков, сравнении и классификации объектов;
- выслушивает собеседника и ведет диалог;
- признает возможность существования различных точек зрения и право каждого иметь свою;
- планирует учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися;
- определяет цели, функции участников, способы взаимодействия;

- осуществляет постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации; умение разрешать конфликты (выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация).
- выражает свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации с достаточной полнотой и точностью;
- демонстрирует владение монологической и диалогической формами речи.

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ПРОГРАММЫ

Воспитательная работа в рамках данной программы направлена на воспитание умения ценить свой труд и труд других людей, воспитание стремления к дальнейшему саморазвитию и самовоспитанию.

Реализация воспитательного компонента программы позволяет объединить детей и взрослых в рамках занятий и мероприятий. Воспитательный компонент программы реализуется в течение всего процесса обучения:

- формирование целостного, социально ориентированного взгляда на мир;
- установление доверительных отношений между педагогом и обучающимися, способствующих позитивному восприятию обучающимися требований и просьб педагога;
- побуждение обучающихся соблюдать на занятии общепринятые нормы поведения, принципы учебной дисциплины и самоорганизации, а также – проявлять волевые качества.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование программы	**возраст**	**Кол-во часов в нед.**	**Кол-во часов в год**	**Всего часов**	**Формы аттестации**	
					декабрь	**май**
Исследование математических моделей	10-14 лет	2	72	72	Решение кейсов	Решение кейсов/ проект

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Тема	Всего часов	Теория	Практи-ка	Форма аттестации/ контроля
Модуль 1. Базовая подготовка.					
1	Введение. Техника безопасности. Роль математического моделирования в современном мире	2	1	1	Наблюдение
2	Натуральные числа и нуль	2	1	1	Наблюдение
3	Измерение величин	2	1	1	Наблюдение
4	Делимость натуральных чисел	2	1	1	Наблюдение
5	Доли. Обыкновенные и десятичные дроби	2	1	1	Наблюдение
6	Задачи на движение	6	2	4	Наблюдение
7	Задачи на зависимость между компонентами арифметических действий	6	2	4	Наблюдение

8	Решение базовых задач с использованием цифровой лаборатории по математике	6	2	4	Наблюдение
9	Нестандартные задачи	4	2	2	Наблюдение
10	Проектное занятие	4	2	2	Наблюдение Оценка проекта
Итого часов за модуль		36	15	21	
Модуль 2. Основы разработки математических моделей.					
11	Математическая модель. Числовые и буквенные выражения	2	1	1	Наблюдение
12	Этапы математического моделирования текстовой задачи	4	2	2	Наблюдение
13	Вероятность и статистика	2	1	1	
14	Графические модели. Функции и их графики	2	1	1	Наблюдение
15	Геометрическое моделирование	6	2	4	Наблюдение
16	Занимательные (логические) задачи	2	1	1	Наблюдение
17	Решение базовых задач и задач более высокого уровня сложности с использованием цифровой лаборатории по математике	8	2	6	
18	Разработка математических моделей	8	2	6	Наблюдение Оценка проекта
19	Подведение итогов, презентация своих проектов	2	-	2	Оценка проекта
Итого часов за модуль		36	13	23	
Всего часов по образовательной программе:		72	28	44	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Модуль 1. Базовая подготовка.

Роль математического моделирования в современном мире

Теория. Правила поведения, техника безопасности, в том числе при работе с учебным оборудованием и учебными пособиями. Возникновение математики. Древнегреческие математики. Понятие «моделирование» и «математическое моделирование». Цифры и числа. Практика. Кейс «Роль математического моделирования с учетом разной отрасли деятельности человека или научного знания», «Запись цифр у разных народов».

Натуральные числа и нуль

Теория. Все арифметические действия с натуральными числами. Связь между ними. Числовое выражение и его значение, порядок выполнения действий. Практика. Кейс «Решение текстовых задач на все арифметические действия, логические задачи».

Измерение величин

Теория. Фигуры в окружающем мире. Наглядные представления о фигурах на плоскости. Периметр и площадь фигуры. Наглядные представления о пространственных фигурах. Понятие объема; единицы объема. Практика. Кейс «Задачи на вычерчивание фигур без отрыва карандаша от бумаги. Геометрия на клетчатой бумаге. Изготовление моделей».

Делимость натуральных чисел

Теория. Свойство и признаки делимости. Практика. Кейс «Решение практических задач с применением признаков делимости».

Доли. Обыкновенные и десятичные дроби

Теория. Понятие «доли». История развития дробных чисел. Способы вычисления дробей. Практика. Кейс «Решение задач на нахождение части числа и числа по его части и т.п.».

Задачи на движение

Теория. Основные понятия, характеризующие движения тела, тел в разных условиях. Практика. Кейс «Решение задач на движение».

Задачи на зависимость между компонентами арифметических действий

Теория. Основные компоненты арифметических действий. Практика. Кейс «Решение задач на зависимость между компонентами арифметических действий».

Решение базовых задач с использованием цифровой лаборатории по математике

Теория. Основы работы с цифровыми лабораториями. Практика. Кейс «Решение базовых задач в формате цифровая математика».

Нестандартные задачи. Проектное занятие

Теория. Что такое нестандартные задачи, их особенности, принципы решения. Практика. Кейс «Решение комбинированных задач, в том числе в формате «Цифровая математика».

Содержательное наполнение каждой темы модуля 1 может быть скорректировано с учетом объема знаний и владения математических аппаратом обучающихся по данной программе.

Модуль 2. Основы разработки математических моделей.

Математическая модель. Числовые и буквенные выражения

Теория. Математическая модель. Числовые и буквенные выражения. История развития счёта. Рациональный счёт. Развитие вычислительной культуры. Методы вычислений. Математический язык и математическая модель. Буквенные выражения. Уравнение. Корень уравнения. Практика. Кейс «решение задач».

Этапы математического моделирования текстовой задачи

Теория. Этапы математического моделирования. Формулы. Практика. Кейс «Решение текстовых задач на основе моделирования».

Вероятность и статистика

События и их вероятности, дерево возможностей, комбинаторные задачи. Практика. Кейс «Решение комбинаторных задач».

Графические модели. Функции и их графики

Теория. Графические модели задачи, виды, этапы построения. Практика. Кейс «Решение задач на графическое моделирование».

Геометрическое моделирование

Теория. Основные сведения по исследуемым геометрическим объектам. Практика. Кейс «Решение задач на геометрическое моделирование».

Занимательные (логические) задачи

Теория. Что такое нестандартные задачи, их особенности, принципы решения. Практика. Кейс «Решение комбинированных задач, в том числе в формате «Цифровая математика».

Решение базовых задач и задач более высокого уровня сложности с использованием цифровой лаборатории по математике

Теория. Основы работы с цифровыми лабораториями. Практика. Кейс «Решение базовых задач и задач более высокого уровня сложности в формате цифровая математика».

Разработка математических моделей. Подведение итогов, презентация своих проектов

Кейс «Решение комбинированных задач, в том числе в формате «Цифровая математика».

Содержательное наполнение каждой темы модуля 2 может быть скорректировано с учетом объема знаний и владения математических аппаратом обучающихся по данной программе.

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Месяц	Форма занятия	Кол-во часов	Тема раздела/модуля/ занятия	Место проведения	Форма контроля
1	Сентябрь-декабрь	Комбини-рованное	38	Модуль 1. Базовая подготовка.	Учебный кабинет	По содержанию кейса
2	Январь-май	Комбини-рованное	38	Модуль 2. Основы разработки математических моделей.	Учебный кабинет	По содержанию кейса/проект

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Материально-техническая база:

Занятия проводятся на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет».

Оборудование учебной лаборатории:

- учебная доска, интерактивная доска;
- учебная мебель (ученические стулья и столы, рабочее место преподавателя);
- огнетушитель при наличии;
- компьютеры учебные.

Оборудование лекционной аудитории:

- учебная доска, экран;
- учебная мебель (ученические стулья и столы, рабочее место преподавателя);
- огнетушитель при наличии;
- компьютер, проектор.

Примерное аппаратное и техническое обеспечение:

- Рабочее место обучающегося: ноутбук: производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark http://www.cpubenchmark.net/): не менее 2000 единиц; объём оперативной памяти: не менее 4 Гб; объём накопителя SSD/eMMC: не менее 128 Гб (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками); мышь.

– Рабочее место наставника: ноутбук: процессор Intel Core i5-4590/AMD FX 8350 — аналогичная или более новая модель, графический процессор NVIDIA GeForce GTX 970, AMD Radeon R9 290 — аналогичная или более новая модель, объём оперативной памяти: не менее 4 Гб, видеовыход HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 или более новая модель (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками); презентационное оборудование с возможностью подключения к компьютеру — 1 комплект; флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей — 1 шт.; сеть Wi-Fi.

Примерное программное обеспечение:

– офисное программное обеспечение;
– браузеры;
– графические редакторы.

Наименование	Примерные технические характеристики, примерная модель
Инструментарий	образовательная версия
Ноутбук	Процессор: не менее 4 ядер оперативная память: не менее 8 Гб объем твердотельного накопителя: не менее 128 Гб, объем жесткого диска: не менее 1 Тб, диагональ экрана: не менее 14 дюймов, разрешение экрана: не менее 1920×1080 манипулятор типа мышь – наличие, Lenovo IdeaPad 330S-14IKB Core i5
Смартфон, планшет	Процессор: не менее 8 ядер, оперативная память: не менее 4 Гб, встроенная память: не менее 64 Гб, диагональ экрана: не менее 6 дюймов Huawei MediaPad M5, Samsung Tab Active XiaomiRedmi Note 8 2021 64 Gb
Учебные цифровые лаборатории	например, Цифровая лаборатория по математике.

Кадровые условия:

Проводит занятия преподаватель или специалист, имеющий опыт моделирования математических моделей. Желателен опыт работы с детьми школьного возраста. Требования к образованию: высшее профессиональное или студент старших курсов профильных направлений.

Наличие справки об отсутствии судимости, медицинская книжка.

Учебно-методическое обеспечение программы

Занятия в ходе реализации программы проходят в виде рассказа педагогом основных положений, которые будут использоваться в практических работах, последующего обсуждения поставленных задач и решения их самостоятельно и в группах. При этом используются разработанные педагогом презентации, демонстрация применения типовых решений и приемов.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Аттестация осуществляется по итогам защиты групповых или индивидуальных проектов и выполнения работы с кейсами.

Критерии оценки решения кейса обучающимся (от 0 до 5 баллов):

- *5 баллов* выставляется обучающемуся, если работа выполнена самостоятельно и полностью верно; представлен отчет, содержащий результаты решения кейса; обучающийся анализирует результаты, полученные в ходе решения кейса, делает выводы.

- *4 балла* выставляется обучающемуся, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в решении кейса; представлен отчет, содержащий результаты решения кейса; обучающийся анализирует результаты, полученные в ходе выполнения работы, делает выводы.
- *3 балла* выставляется обучающемуся, если он не до конца справился с решением кейса; представлен отчет, содержащий результаты решения кейса; обучающийся испытывает затруднения при проведении анализа результатов, полученных в ходе решения кейса, и формулировке выводов.
- *1-2 балла* выставляется обучающемуся, если он не справился с решением кейса, не оформил отчет по результатам работы; обучающийся испытывает серьезные затруднения при проведении анализа результатов и формулировке выводов.
- *0 баллов* выставляется обучающемуся, если он не приступал к решению кейса.

Подведение итогов по программе проводятся в форме презентации индивидуального или группового проекта (презентация в 3 слайда).

Итоговая «оценка» по всей программе производится по трём уровням:

- «высокий»: проект носил творческий, самостоятельный характер, выполнен полностью в планируемые сроки, получен продуктовый результат;
- «средний»: обучающийся достиг основных целей проекта, но имеют место недоработки или отклонения по срокам;
- «низкий»: проект не закончен, большинство целей не достигнуты, продуктовый результат не получен.

Результатом усвоения обучающимися программы является устойчивый интерес к занятиям по математике и моделированию математических моделей.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список рекомендованной литературы для преподавателя

1. Гаврилова Т.Д. В мире чисел и задач. – Учитель – 2008.
2. Горев П.М., Утёмов В.В. Уроки развивающей математики, 5-9 классы, Задачи математического кружка. – МЦИТО, 2014.
3. Григорьев Д.В. Внеурочная деятельность школьников. Методический конструктор: пособие для учителя. – М.: Просвещение, 2010.
4. Математика и конструирование. [Электронный ресурс]. – Форма доступа: http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/1069ff8a-2ba2-4f2e-917b-1f9accd80b71/118912
5. Титов Г.Н., Соколова И.В. Дополнительные занятия по математике в 5-9 классах: пособие для учителя. – Краснодар: Кубанский государственный университет. – 2003.
6. Стефанова И.А. Обработка данных и компьютерное моделирование. Учебное пособие. – Лань – 2020.

Список рекомендованной литературы для обучающихся

1. Аменицкий Н.Н., Сахаров И.П. Забавная арифметика. – М.: Просвещение – 2008.
2. Арифметика. Геометрия. Задачник-тренажер. 5-9 класс: пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / Е.А. Бунимович, Л.В. Кузнецова, С.С. Минаева и др. – М.: Просвещение, 2012.
3. Энциклопедия для детей. Т.11. Математика. – М.: Аванта, 2011.