

Комитет образования и науки администрации города Новокузнецка
Муниципальное бюджетное учреждение
дополнительного образования
Центр детского (юношеского) технического творчества «Меридиан»

РАССМОТРЕНО:
на заседании
методического совета
Протокол № 04
«26» июня 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:
на заседании
педагогического совета
Протокол № 02
«26» июня 2020 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Основы дискретной и комбинаторной математики»

технической направленности
базового уровня

Возраст учащихся: 12-16 лет

Срок реализации: 1 год (72 часа)

Автор-составитель: Пряхин А.В.,
педагог дополнительного образования

Новокузнецкий городской округ

2020 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы дискретной и комбинаторной математики» относится к программам **технической направленности базового уровня**, реализуемым на базе Детского технопарка «Кванториум».

Нормативные документы, на основании которых разработана программа:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. № 1726-р «Концепция развития дополнительного образования детей»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Распоряжение Министерства просвещения РФ от 17 декабря 2019 г. № Р-139 «Об утверждении методических рекомендаций по созданию детских технопарков «Кванториум» в рамках региональных проектов, обеспечивающих достижение целей, показателей и результатов федерального проекта «Успех каждого ребенка» национального проекта «Образование»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы ОО ДОД»;
- Приказ Департамента образования и науки Кемеровской области от 05.05.2019 г. № 740 «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей»;
- Устав МБУ ДО «Центр детского (юношеского) технического творчества «Меридиан».

Актуальность данной программы продиктована развитием современного мира в области компьютерной техники, программных исследований и анализа данных. Математика бывает фундаментальная и прикладная (практическая). Любая из них развивает мышление и логику, является основой инженерной деятельности. Любое из направлений детских технопарков «Кванториум» опирается на определённые математические знания. А успешность их освоения зависит от уровня математических знаний обучающихся. Цель и задачи данной программы направлены на формирование научного мировоззрения, освоение методов научного познания мира, развитие исследовательских, прикладных, конструкторских способностей обучающихся в области точных наук и технического творчества.

Программа «Основы дискретной и комбинаторной математики» предназначена для ознакомления учащихся с применением математики в инженерии и в разработке собственных проектов, для получения базовых навыков для дальнейших исследований. В процессе обучения важное внимание уделяется развитию логики, формированию структурированного мышления, применению математических знаний на практике, определению будущих исследовательских интересов обучающихся. В рамках программы затрагиваются не все темы математики, но педагог в рамках дискуссий с обучающимися формирует целостное видение современных методов, задач и направлений исследований. Значительный акцент делается на изучении базы знаний Wolfram Alpha и инструментов Microsoft Excel для реализации задач, поскольку они распространены и простые. В результате освоения программы обучающиеся будут способны применять базовые математические знания для решения проектных и практических задач.

Программа составлена по учебным материалам, предоставленным федеральными тьюторами детских технопарков «Кванториум» по направлению «Математика», на основе сборника «Математика: тулkit» Говор Светланы (М.: Фонд новых форм развития образования, 2019. – 36 с.).

Педагогическая целесообразность программы заключается в особенностях организации образовательного процесса, позволяющего расширять школьные знания и использовать проектный подход в области математического образования: изучение теоретического материала происходит через практическую деятельность. Практическая работа является преобладающей, что способствует закреплению полученных знаний и навыков. В связи с относительно доступным представлением учебного материала при изучении программы есть возможность сформировать у школьников представление о базовых математических понятиях, что позволит им в дальнейшем применять полученные знания в ходе разработки проектов и при решении реальных практических задач.

Цель программы: формирование у обучающихся навыков и компетенций, необходимых для разработки и реализации проектов инженерной направленности с применением математических знаний.

Задачи:

- дать представление о практической математике, области ее применения, в том числе, при разработке и реализации инженерных проектов;
- формировать базовые знания по теории чисел, теории множеств, теории вероятностей и статистике, теории графов; навыки получения, обработки и представления информации;
- формировать теоретические знания и практические навыки осуществления процесса математического моделирования;
- научить работать в интегрированных средах Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel; эффективно использовать электронное вычислительное оборудование;
- развивать логическое мышление, умение формализовать процессы;
- воспитывать стойкий интерес к математике, стремление к получению и применению математических знаний для решения прикладных задач.

Обучение по данной программе основано на следующих **принципах:** научности, сознательности, доступности, наглядности, последовательности, связи теории с практикой, вариативности.

Отличительной особенностью данной программы является ее практико-ориентированность, нацеленность на практическое применение использование кейс-технологии.

Программа «Основы дискретной и комбинаторной математики» рассчитана на 72 часа, срок реализации 1 год. Данная программа может осваиваться учащимся как самостоятельная единица или реализовываться в едином комплексе, когда учащийся, успешно освоивший данную программу, имеет возможность определения пути дальнейшего обучения: углубление и расширение знаний по выбранному направлению или выбор другого направления обучения.

Занятия проводятся по 4 часа в неделю на базе Кванториума в учебном кабинете с необходимым оборудованием, техническим и ресурсным обеспечением в соответствии с перечнем, указанным в данной программе.

Данная программа предназначена для обучающихся 12-16 лет, мотивированных на освоение основ практической математики. Требования к минимальному уровню компетенций отсутствуют. Принимаются все желающие без входного отбора. Количество детей в группе от 7 до 15 человек. При комплектовании групп учитываются возрастные особенности. Группы формируются отдельно для учащихся 5-6 классов, 7-8 классов, 9-10 классов. Реализация программы допускает разновозрастной состав учащихся, что

способствует социальному развитию детей, формированию умения работать в разновозрастном коллективе.

Формы и методы работы: лекционно-практические, проблемные лекции, тренинги, практические упражнения, практикумы по решению задач, метод проектов, дискуссии, мозговой штурм, групповые обсуждения, круглый стол, работа в группах, эксперимент, интеллектуальные и деловые игры, анализ практических ситуаций, создание проблемных ситуаций, мероприятия, работа с различными источниками информации, творческие отчеты, разработка и защита проектов, индивидуальные консультации и др.

Интерес к занятиям повышает применение игровых педагогических технологий, использование занимательных материалов, практико-ориентированных кейсов и заданий, участие в профильных соревнованиях и мероприятиях, разработка и реализация проектов.

Планируемые результаты

Предметные результаты

В результате освоения программы учащиеся

будут знать:

- области применения практической математики, в том числе, при разработке и реализации инженерных проектов;
- основные инструменты Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel;
- основы теории чисел, теории множеств, математической логики, теории вероятности и статистики, комбинаторики;
- основные характеристики математической статистики;
- методы получения, обработки и представления информации;
- основы процесса математического моделирования;
- метод обработки данных;
- метод кратчайшего пути с использованием графов;
- основные составляющие геометрических фигур;
- основные элементы аналитической геометрии;
- правила построения фигур и способы визуализации в Microsoft Excel;

будут уметь:

- организовывать рабочее место;
- абстрагироваться от реальных объектов и сводить работу с объектами к работе с моделями;
- эффективно использовать электронное вычислительное оборудование;
- использовать графы для систематизации знаний и наглядного представления информации;
- использовать математические знания, комбинаторику, теорию множеств и математическую логику для решения задач и в реальной жизни;
- декомпозировать сложную задачу на более простые и выстраивать работу с ними;
- по свойствам частей делать выводы о свойствах целого, т.е. синтезировать результаты решения отдельных подзадач;
- решать задачи по теории вероятностей;
- работать с Microsoft Excel и с базой знаний Wolfram Alpha;
- выполнять построение геометрических фигур, в т.ч. в Microsoft Excel;
- строить математические модели;
- проводить исследование и моделирование геометрических объектов;
- искать оптимальный путь с помощью графов и логических рассуждений;
- моделировать и рассчитывать транспортную задачу;
- анализировать результаты собственных исследований и исследований других;
- осуществлять презентацию собственных исследований в области математики.

Личностные и метапредметные результаты

Личностные

- стремление к самостоятельной работе, познавательной, проектной и учебно-исследовательской деятельности;
- умение применять изученные математические инструменты для решения поставленных задач;
- умение анализировать промежуточные результаты исследований и конструктивно критиковать результаты работы исследователей;
- сформированность технического мышления;
- способность применять теоретические знания на практике;
- способность творчески решать технические задачи с применением математических знаний;
- самомотивация.

Метапредметные

регулятивные универсальные учебные действия:

- умение формулировать вопросы, связанные с темой практической работы, ответы на которые требуются для создания продукта или исследовательской деятельности;
- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение планировать свои действия с учётом фактора времени, в обстановке с элементами конкуренции, соотносить свои действия с планируемыми результатами, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- умение эффективно использовать имеющиеся ресурсы;
- способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей;

познавательные универсальные учебные действия:

- умение ориентироваться в информационном пространстве, находить, анализировать, структурировать и использовать релевантную информацию;
- умение визуально представлять информацию и собственные проекты;
- изложение мысли в четкой логической последовательности, отстаивание своей точки зрения, анализ ситуации;
- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;

коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение работать в команде (работа в общем ритме, эффективное распределение задач, совместное планирование, работа в условиях ограничений, стрессоустойчивость и др.);
- умение слушать и слышать собеседника, аргументировано отстаивать свою точку зрения;
- навыки публичного выступления и презентации результатов.

Формы контроля и подведения итогов реализации программы

На занятиях используются: входной и текущий контроль, промежуточная и итоговая аттестация.

Входной контроль предполагает собеседование с учащимся для выявления уровня его подготовки (для дальнейшего планирования индивидуальной образовательной траектории), наблюдение за деятельностью в процессе выполнения практических заданий.

Текущий контроль осуществляется посредством наблюдения за деятельностью учащихся на каждом занятии и фиксации их умений во время работы над решением практических задач, проблемных ситуаций по разделам. Отмечается активность участия

учащихся в профильных мероприятиях, степень самостоятельности при работе над практическими и творческими заданиями, проектными работами, самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта), имеющих отношение к прикладной математике. Универсальные навыки оцениваются с помощью групповой рефлексии.

Промежуточная и итоговая аттестация предполагает презентацию группового или индивидуального проекта; творческое портфолио, участие в конкурсах и мероприятиях.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Тема	Количество часов			Формы контроля/ аттестации
		всего	теория	практика	
1.	Вводное занятие	2	1	1	Наблюдение, собеседование
2.	Числовые множества. Действия над целыми числами	14	4	10	Упражнения, проекты
3.	Теория чисел	20	6	14	Упражнения, решение кейса, проекты
4.	Теория вероятностей и статистика	12	3	9	Упражнения, решение кейса, проекты
5.	Использование Excel для анализа данных	14	4	10	Упражнения, проекты
6.	Теория графов	8	2	6	Упражнения, решение кейса, проекты
7.	Заключительное занятие	2	-	2	Презентация проектов, портфолио
Всего:		72	20	52	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Вводное занятие - 2 часа.

Общая информация о квантуме. Представление программы, ожиданий участников, правил работы. Вводный инструктаж по технике безопасности на занятиях. Правила организации рабочего места. Знакомство участников (индивидуальная презентация, знакомство в малых группах, игры и др.). Практическая математика, области ее применения, инструменты математического моделирования. Роль математики как важного и эффективного инструмента для решения задач различного характера: научных, инженерных, социальных и др.

Практическая работа. Экскурсия по Кванториуму. Работа с информационными источниками сети Интернет по теме «Демонстрация роли математики как важного и эффективного инструмента для решения задач различного характера. Решение задач для выяснения стартового уровня учащихся по основным темам программы. Коммуникативные игры.

Раздел 2. Числовые множества. Действия над целыми числами – 14 часов.

Понятие множества, базовые операции над множествами. Элементы логики. Простые и составные числа. Разложение чисел на простые множители. Наибольший общий делитель (НОД) и наименьшее общее кратное (НОК). Связь между НОД и НОК.

Нахождение наибольшего общего делителя. Алгоритм Евклида. Основные формулы сокращённого умножения. Неравенство Коши. Неравенства о средних. Треугольник Паскаля. Обобщённые формулы сокращённого умножения. Бином Ньютона. Биномиальные коэффициенты. Метод математической индукции.

Практическая работа. Упражнения на нахождение НОД и НОК, применение формул сокращённого умножения, применение математической индукции к доказательству утверждений. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта). Разработка и реализация индивидуального или группового проекта по изучаемой теме, решение кейса по теории множеств. Упражнения на умение работать с информацией из открытых источников, умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы. Математический бой №1.

Раздел 3. Теория чисел – 20 часов.

Целочисленное деление с остатком. Делимость целых чисел. Основная теорема арифметики. Признаки делимости и равноостаточности. Решение линейных уравнений в целых числах. Доказательство признаков делимости. Диофантовы уравнения. Решение линейных уравнений в целых числах. Диофантовы уравнения высших степеней. Системы счисления. Римские цифры. Принцип записи римских чисел. Позиционные системы счисления. Перевод из одной системы счисления в другую. Арифметические операции в различных системах счисления. Дроби в различных системах счисления.

Практическая работа. Упражнения на освоение теории чисел, освоение основ математической логики, использование правил математической логики в реальной жизни. Упражнения на умение работать с информацией из открытых источников, умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы. Решение задач на математическую логику, проверку высказывания на истинность с использованием законов логики. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта). Разработка и реализация индивидуального или группового проекта по изучаемой теме, решение кейса по теории чисел. Математический бой №2.

Раздел 4. Теория вероятностей и статистика – 12 часов.

Комбинаторика, ее основы, область применения. Комбинаторика: факториал, перестановки, размещения, сочетания. Комбинаторика: определение события, вероятности, ее характеристики. Правило суммы и произведения. Размещения и перестановки. Перестановки с повторениями. Сочетания. Сочетания с повторениями. Определение вероятности. Законы вероятностей. Элементы статистики. Систематизация и представление статистических данных. Определение основных статистических характеристик.

Практическая работа. Упражнения на расчет вероятностей, использование основной формулы вероятности, определение основных статистических характеристик. Упражнения на умение работать с информацией из открытых источников, умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы. Решение комбинаторных задач, задач на математическую логику. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта). Разработка и реализация индивидуального или группового проекта по изучаемой теме, решение кейсов по комбинаторике и теории вероятностей.

Раздел 5. Использование Excel для анализа данных – 14 часов.

Знакомство с Microsoft Excel. Основы обработки данных с помощью электронных таблиц. Определение основных статистических характеристик с помощью Excel. Статистические функции в Excel. Использование мастера функций. Дисперсионный анализ. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Уравнение регрессии.

Практическая работа. Решение занимательных задач по теме. Упражнения на умение работать с информацией из открытых источников, умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы. Выполнение и защита проекта по статистическому анализу. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта). Разработка и реализация индивидуального или группового проекта по изучаемой теме, решение кейса. Математический бой №3.

Раздел 6. Теория графов – 8 часов.

Теория графов, их виды (ориентированные, неориентированные, смешанные, конечные и бесконечные), области применения. Понятие изоморфизма графов, связности, пути и циклов. Программное обеспечение для визуализации графов.

Практическая работа. Решение задач и кейсов по теории графов, включая транспортные задачи, задачи Эйлера о Кёнигсбергских мостах.

Раздел 7. Заключительное занятие – 2 часа.

Обобщение изученного материала. Подведение итогов.

Практическая работа. Обзор прикладных задач, объединяющих все темы программы, и кейсов, для решения которых необходимы полученные hard skills. Решение задач, для которых необходимо комплексное знание тем программы. Публичное выступление участников, презентация индивидуальных и групповых проектов, работы команды над кейсами. Демонстрация портфолио учащихся. Рефлексия. Совместное обсуждение итогов.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Раздел программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Вводное занятие	Инструктаж, интерактивная лекция, практическая работа, экскурсия	Словесно-наглядный, приучение к выполнению требований, дискуссии.	Презентация, тематические материалы, подборка упражнений и задач	Ноутбук (ПК), презентационное оборудование, бумага для записей	Собеседование, наблюдение
Числовые множества. Действия над целыми числами	Работа в командах, интерактивная лекция, сообщения детей	Словесно-наглядный, частично-поисковый, дискуссии	Презентация, тематические материалы, подборка упражнений и задач, ссылки на веб-ресурсы	Ноутбук (ПК), презентационное оборудование, флипчат, бумага для записей	Упражнения, решение кейса, проекты
Теория чисел	Работа в командах, интерактивная лекция, сообщения детей	Словесно-наглядный, Поиск информации, дискуссии, фиксирование и оформление информации	Презентация, тематические материалы, подборка упражнений и задач, ссылки на веб-ресурсы	Ноутбук (ПК), презентационное оборудование, флипчат, бумага для записей	Упражнения, решение кейса, проекты
Теория вероятностей и статистика	Работа в командах, интерактивная лекция, сообщения детей	Словесно-наглядный, Поиск информации, дискуссии, фиксирование и	Презентация, тематические материалы, подборка упражнений и задач, ссылки на	Ноутбук (ПК), презентационное оборудование, флипчат, бумага для записей	Упражнения, решение кейса, проекты

		оформление информации	веб-ресурсы		
Использование Excel для анализа данных	Работа в командах, интерактивная лекция, сообщения детей	Словесно-наглядный, Поиск информации, дискуссии, фиксирование и оформление информации	Презентация, тематические материалы, подборка упражнений и задач, ссылки на веб-ресурсы	Ноутбук (ПК), презентационное оборудование, флипчат, бумага для записей	Упражнения, решение кейса, проекты
Теория графов	Работа в командах, интерактивная лекция, сообщения детей	Словесно-наглядный, Поиск информации, дискуссии, фиксирование и оформление информации	Презентация, тематические материалы, подборка упражнений и задач, ссылки на веб-ресурсы	Ноутбук (ПК), презентационное оборудование, флипчат, бумага для записей	Упражнения, решение кейса, проекты
Заключительное занятие	Презентация, защита проекта, демонстрация	Словесно-наглядный, Документирование своих работ	Презентация, тематические материалы, ссылки на веб-ресурсы	Ноутбук (ПК), презентационное оборудование	Презентация проектов, портфолио

МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Условия реализации программы: учебный кабинет.

Перечень необходимого оборудования и расходных материалов:

- ноутбук (компьютер с монитором, клавиатурой и мышью) из расчета 1 шт. на команду из 3-х человек;
- программное обеспечение Microsoft Excel;
- локальная сеть с доступом в Интернет;
- интернет для использования Wolfram Alpha;
- презентационное оборудование: проектор (телевизор с большим экраном) с возможностью подключения к компьютеру – 1 шт.;
- доска, флипчат;
- магниты для доски;
- набор тренерских маркеров (13 цветов);
- набор чернил для заправки маркеров;
- бумага для флипчат;
- скотч бумажный; скотч прозрачный;
- бумага А4;
- прямоугольные карты с клейкой стороной;
- метки для голосования;
- карандаш чернографитный НВ, заточенный, с ластиком;
- кнопки силовые;
- ножницы 210 мм с пластиковыми прорезиненными анатомическими ручками;
- трафарет геометрических фигур;
- линейка 40 см пластиковая; линейка офицерская;
- тела геометрические;
- пластилин цветной;
- спички хозяйственные в упаковке по 40 шт.;
- циркуль.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

1. <https://www.mccme.ru/free-books/>
2. <https://sites.google.com/site/prasolovskacatmoiknigi/>
3. http://kvant.mccme.ru/oblozhka_djvu.htm
4. <http://kvant.mccme.ru/key.htm>
5. http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?option_lang=rus
6. <https://www.coursera.org/learn/algorithmizacija-vychislenij> — курс по алгоритмизации вычислений
7. <https://www.coursera.org/specializations/machine-learningdata-analysis> — набор курсов по анализу данных
8. <https://www.coursera.org/learn/mathematics-and-python> — курс математики, включающий основы математического анализа, линейной алгебры, методов оптимизации, теории вероятностей и математической статистики

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПЕДАГОГА

1. Ахмадиев, Ф. Г. Решение прикладных задач с помощью табличного процессора Excel / Ф.Г. Ахмадиев, Р.Ф. Гиззятов, Ф.Г. Габбасов. – Казань: КГАСУ, 2014. – 42 с.
2. Бутузов, В.Ф. Геометрия. 7 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений / В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, В.В. Прасолов. – М.: Просвещение, 2010. – 127 с.
3. Васильев, А. Н. Числовые расчеты в Excel: Учебное пособие / А.Н. Васильев. – СПб: Лань, 2014. – 608 с.
4. Говор С. Математика: туллит / С. Говор. - М.: Фонд новых форм развития образования, 2019. – 36 с.
5. Ефимова, И. Ю. Компьютерное моделирование: сборник практических работ / И. Ю. Ефимова, Т. Н. Варфоломеева. – 2-е изд., стер. – М.: Флинта, 2014. – 67 с.
6. Литвак, Н. Кому нужна математика? Понятная книга о том, как устроен цифровой мир / Н. Литвак, А.М. Райгородский. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 192 с.
7. Маренич, А. С. Использование Wolfram Alpha при решении математических задач: методические указания / А.С. Маренич, Е.Е. Маренич. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 37 с.
8. Мельников, О. И. Занимательные задачи по теории графов: Учебно-методическое пособие / О.И. Мельников. – Минск: ТеатраСистемс, 2001. – 144 с.
9. Перельман, Я. И. Занимательная математика / Я.В. Перельман. – Изд-во СЗКЭО. – 2017. – 192 с.
10. Перельман, Я. И. Живая математика / Я.В. Перельман. – М.: АСТ, 2017. – 224 с.
11. Пойа, Д. Как решать задачу / Д. Пойа, перевод с английского В.Г. Звонаревой и Д.Н. Белла. - М.: Государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, 1961. – 204 с.
12. Савельев, В. Статистика и котики / В. Савельев. – М.: АСТ, 2018. – 192 с.
13. Сгибнев, А. И. Исследовательские задачи для начинающих / А.И. Сгибнев. – М.: МЦНМО, 2015. – 136 с.
14. Шкляр, В. Н. Планирование эксперимента и обработка результатов / В. Н. Шкляр. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 90 с.