Томская область
Кожевниковский район
Муниципальное общеобразовательное учреждение
«Кожевниковская средняя общеобразовательная школа №1»

«Утверждаю»
Директор МОУ КСОШ №1
Костырева Л.А.
«___»_____2009г.

П Р О Г Р А М М А

дополнительного образования

«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА»

срок реализации 2 года
возраст обучающихся 11-16 лет

Автор-составитель:
учитель математики и информатики
Голубева М.Д.

с. Кожевниково

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая образовательная программа создана на основе опыта работы с детьми различного возраста. Она имеет **естественнонаучную направленность** и призвана создать у учащихся углублённые представления в области естественных наук – прежде всего, с точки зрения развития этих наук и их современного состояния. Такие представления строятся вне рамок школьных предметов и базируются не на решении специально составленных стандартизованных задач, а на основе прямых контактов учащихся с явлениями, изучаемыми этими науками.

В программе математика понимается как уникальная форма человеческой культуры, основанная на сокровищнице фактов, накопленных во многих цивилизациях на протяжении несколько тысячелетий.

Особое внимание уделяется личным аспектам отношений учащихся с математикой – независимо от успехов в ней, принадлежности к математическим школам, профильным классам и т.п. На первый план выдвигается непосредственно получаемое удовольствие от удачно проведённого математического эксперимента.

Несколько упрощая, можно сказать, что наличие этого удовольствия является и необходимым, и достаточным условием «целесообразности» занятий экспериментальной математикой.

Цель программы – формирование у учащихся представления о математике как об уникальном виде коллективной умственной деятельности человечества и осознание каждым учащимся его возможной роли в этой деятельности, основанное на опыте самостоятельного экспериментального изучения определённого круга математических явлений.

Задачи программы отражают два её основных аспекта: во-первых, это развитие в ребёнке чувства личной причастности к математической культуре, во-вторых, это осуществление имеющей прикладное значение профессиональной ориентации – развив представление о том, что такое математика, ребёнок лучше определит её действительное место в своей жизни. Как свидетельствует опыт реализации программы, учащийся, занимающийся экспериментальной математикой, способен сформировать более адекватное представление о математике, поскольку выходит за рамки школьной программы, почти отождествляющей математическую деятельность с решением задач, а математические способности – со способностями к быстрому и правильному решению трудных задач.

В ходе реализации программы решаются следующие ***конкретные задачи***:

- развить у обучающихся навыки постановки математического эксперимента;
- развить интерес к какому-либо кругу математических проблем или помочь осознать отсутствие истинного интереса к математике;
- научить ставить нетривиальные вопросы и получать точные ответы, обобщать наблюдаемые явления;
- научить формированию гипотез, их подтверждению и опровержению;
- развить математическую интуицию, чувство трудности и глубины математических проблем;
- обучить современным технологиям проведения математического эксперимента, поиска информации об аналогичных исследованиях, представления полученных результатов;
- воспитать интеллектуальную честность, умение признавать ошибочность гипотезы, выработать навыки уточнения и детализации предположений;
- развить навыки коллективной интеллектуальной деятельности и творческого сотрудничества без элементов состязательности.

Новизна, актуальность и педагогическая целесообразность предлагаемого подхода заключается в том, что в основу математических знаний учащегося кладётся

не набор заученных формулировок, а ряд сознательно проверяемых им фактов. Аналоги данной программы её автору неизвестны. От других форм дополнительного образования естественнонаучной направленности она отличается тем, что в ней отсутствуют немотивированные задачи («повышенной трудности» или иные) и состязательность; ребёнок работает с сознательно выбранными классами объектов и достаточно рано самостоятельно начинает ставить вопросы об этом классе объектов.

Отличительной особенностью организации занятий является форма «Клуба экспериментальной математики», позволяющая гибко сочетать индивидуальные и групповые занятия и проводить их одновременно с обучающимися во всём возрастном диапазоне от 11 до 16 лет.

Реализация программы рассчитана на 2 года с количеством часов в каждый год по 144 часа. Далеко не все дети проходят программу целиком; однако, по мнению автора, и усвоение лишь части разделов полезно для развития мышления ребёнка. В случае же целиком освоенной программы можно уверенно сказать, что в ребёнке обнаружена серьёзная склонность к занятиям математикой. Во многих случаях, полностью освоив программу, ребята продолжают работу, сосредотачиваясь на более сложных проектах (по возможности, обладающих научным содержанием). Некоторые дети, освоив программу, затем помогают преподавателю в работе с начинающими.

Формы и режим занятий

Ведущая форма занятий – ***индивидуальные беседы***. Для полноценной работы необходим выбор темы каждым учащимся. Такая тема связана с некоторым классом изучаемых объектов и, как правило, учащийся получает от преподавателя вопросы (а также, что очень важно, ставит вопросы сам!), естественные для этого класса. Существенная часть работы связана с выполнением довольно обширных самостоятельных заданий. Необходимо ведение индивидуальных тетрадей – обычно с продолжениями. В некоторых случаях учащиеся работают небольшими группами. Иногда старшие учащиеся помогают младшим, иногда – «передают» им темы. Оптимальный состав учебной группы – в пределах 15 человек (с учётом того, что младшие работают недолго, около получаса, и одновременно в группе оказывается не более 12 человек). При большем количестве участников у преподавателя возникают затруднения с уделением каждому учащемуся достаточного внимания.

Результаты удачных компьютерных экспериментов обычно сразу демонстрируются всем участникам. В конце учебного года по возможности проводятся отчётные конференции, в ходе которых учащиеся демонстрируют результаты своих самостоятельных исследований.

Ожидаемые результаты и способы их проверки

В результате реализации программы обучающиеся *будут*:

– обладать навыками постановки математического эксперимента;

– уметь ставить нетривиальные вопросы и получать точные ответы,

– уметь обобщать наблюдаемые явления.

Они также сумеют *развить в себе:*

– способность к формированию гипотез, их подтверждению и опровержению;

– математическую интуицию, чувство трудности и глубины математических проблем.

В конечном итоге, пройдя курс обучения, учащиеся смогут развить индивидуальный интерес к какому-либо кругу математических проблем.

Проверка усвоения материала проходит как непрерывно в процессе индивидуальных бесед с преподавателем, так и во время выступления обучающихся на отчётных конференциях. Также проверка знаний осуществляется в процессе

обсуждения педагогом с учащимся результатов индивидуальных внегрупповых занятий.

По завершении очередного этапа работы над темой учащиеся, как правило, пишут отчёты, по возможности – на компьютере с использованием современных технологий.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Первый год обучения

Постановка математического эксперимента

№	Название темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Описание объектов	4	12	16
2	Составление выборочных таблиц	4	12	16
3	Идентификация описаний	6	6	12
4	Упорядочивание объектов	4	8	12
5	Составление полных таблиц	4	12	16
6	Классификационные задачи	6	6	12
7	Перечислительные задачи	6	6	12
8	Составление указателей	2	4	6
9	Перекрёстная проверка таблиц	2	4	6
10	Компьютерная проверка результатов	6	12	18
11	Введение в компьютерный эксперимент	6	12	18
	Итого:	**50**	**94**	**144**

Второй год обучения

Экспериментально-математические исследования

№	Название темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Наблюдения	4	16	20
2	Предположения	8	12	20
3	Прямые подтверждения предположений	4	12	16
4	Опровержение предположений	4	4	8
5	Уточнение предположений	2	6	8
6	Обобщения	12	8	20
7	Косвенные подтверждения предположений	4	8	12
8	Аналогии	8	8	16
9	Доказательства	16	8	24
	Итого:	**62**	**82**	**144**

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Первый год обучения

Тема 1. Описание объектов. Осознание класса изучаемых объектов. Проверка принадлежности объекта к классу. Конструирование объектов. Приведение примеров одинаковых и разных объектов. Описания, различающие объекты из заданного набора. Полные описания.

Тема 2. Составление выборочных таблиц. Понятие единообразного описания объектов. Таблицы объектов и таблицы описаний. Нахождение объектов по описаниям. Первые оценки длин описаний. Оценки объёмов информации, необходимых для полных описаний.

Тема 3. Идентификация описаний. Примеры разных описаний одинаковых объектов. Пометки. Понятие симметрии помеченных и непомеченных объектов.

Тема 4. Упорядочение объектов. Линеаризация описаний. Понятие лексикографического порядка. Понятие произвола в упорядочении. Оценки количеств описаний ограниченной длины. Нахождение закономерностей в количествах объектов ограниченной сложности.

Тема 5. Составление полных таблиц. Восстановление объектов по упорядоченным спискам описаний. Сравнение количеств объектов в таблицах с предсказанными количествами.

Тема 6. Классификационные задачи. Понятие классификации. Применение полных таблиц. Реорганизация таблиц для решения задач классификации.

Тема 7. Перечислительные задачи. Осознание задач полного перечисления как одной из высших целей экспериментальной математики. Естественнонаучные аналогии. Дизайн таблиц. Правила и произвол в перечислениях. Рекурсивные перечисления. Понятие об алгоритмах перечислений.

Тема 8. Составление указателей. Осознание различий между таблицами объектов и описаний. Техника ведения тетрадей, адресуемость таблиц. Практическое применение оценок количеств объектов ограниченной сложности. Первые представления о самодостаточности таблиц, снабжённых указателями.

Тема 9. Перекрёстная проверка таблиц. Начальные навыки совместной работы. Взаимная адаптация терминов. Сравнения количеств объектов в таблицах. Нахождение повторяющихся, лишних и недостающих объектов.

Тема 10. Компьютерная проверка результатов. Выработка машинно-читаемых обозначений. Массивы, таблицы, файлы. Выделение повторяющихся операций в составлении таблиц. Блок-схемы. Освоение элементов какого–либо языка программирования. Отладка. Порождение таблиц программами. Сравнение таблиц, составленных вручную, с программно-порождёнными.

Тема 11. Введение в компьютерный эксперимент. Введение параметров в программы. Оценки количеств операций в алгоритмах. Порождение программами таблиц, составление которых вручную невозможно, и их проверка. Рекурсивные определения и их применение.

Второй год обучения

Тема 1. Наблюдения. Изучение таблиц. Выделение исключительных, типичных, замечательных свойств объектов. Формулировки наблюдений. Отражение подмеченных свойств объектов в их описаниях.

Тема 2. Предположения. Предсказания свойств объектов. Сопоставление наблюдений и предположений. Выделение классов объектов, определённых наблюдениями и предположениями.

Тема 3. Прямые подтверждения предположений. Проверка предположения для случайных объектов. Расширения списков объектов для подтверждения предположений. Предположения для отдельных объектов высокой сложности. Компьютерная проверка.

Тема 4. Опровержения предположений. Особо тщательная проверка опровергающих примеров. Сбор и упорядочение опровергающих примеров. Попытки выделения характеристических свойств опровергающих примеров. Доля нарушений предположения. Отказ от предположения.

Тема 5. Уточнение предположений. Ослабление предположений. Сужение классов объектов, для которых предположение выполняется. Введение дополнительных характеристик объектов, связанных с выполнением предположения.

Тема 6. Обобщения. Расширение класса рассматриваемых объектов. Перечислительные задачи расширенного класса на основе перечисления уже изученных классов. Видоизменение языка имеющихся наблюдений и предположений для исследования расширенного класса. Распространение наблюдений на расширенный класс объектов.

Тема 7. Косвенные подтверждения предположений. Грубые оценки количеств объектов растущей сложности. Порядки роста. Наблюдаемые характеристики сложных объектов. Построение характеристик небольшой сложности. Переформулировка наблюдений и предположений в терминах наблюдаемых характеристик.

Тема 8. Аналогии. Параллельное исследование нескольких классов объектов. Сопоставление таблиц. Сопоставление наблюдений и предположений. Установление прямой связи между классами аналогичных объектов.

Тема 9. Доказательства. Формулировки суждений. Понятие посылки и заключения. Импликация. Цепочки выводов. Правила вывода. Кванторы. Предварённая нормальная форма. Отрицание. Доказательство от противного

.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Приёмы и методы учебного процесса основаны на заинтересованности учащихся выбранными ими темами. В учащемся развивается внутреннее стремление к получению ответов на возникающие вопросы, а задача преподавателя – помогать этому стремлению воплотиться в понятные для учащегося результаты. В удачных случаях роль преподавателя постепенно снижается, и учащийся всё больше способен к самостоятельной постановке вопросов и оценке своих результатов.

В учебном процессе используются методические разработки автора, в том числе и опубликованные в печати (см.: Список литературы). В основе этих разработок – обобщения непосредственно наблюдаемых математических явлений, вызывающих положительную эмоциональную реакцию учащихся. Гарантия содержательности соответствующих занятий ребёнка – в связях с «взрослой» математикой, которые видны преподавателю; понимание же этих связей ребёнком может потребовать многих лет работы.

Техническое оснащение процесса обучения связано с созданием условий для полноценных компьютерных экспериментов. Специфика современных условий заключается в том, что у большинства учащихся есть домашние компьютеры, и проблема в том, чтобы на занятиях были воспроизводимы полученные дома результаты. Решение этой проблемы в настоящее время нашло своё решение, поскольку занятия группы проходят в компьютерном классе, оснащённом современными компьютерами.

Форма подведения итогов – отчёты по полученным результатам. В письменной форме они представляют собой компьютерные тексты, написанные в форме, естественной для конкретной возрастной категории учащегося, но включающей элементы «взрослой» научной работы (постановка проблемы, обзор полученных результатов, использованная литература и т.п.).

Кроме того, проводятся небольшие конференции, на которых учащиеся рассказывают друг другу о полученных результатах и обсуждают их вместе с преподавателем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звонкин А.К. Малыши и математика. – М., 2006.
2. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей. – М., 1987.
3. Пойя Дж. Математика и правдоподобные рассуждения. – М., 1975.
4. Прасолов В.В. Наглядная топология. – М., 1995.
5. Прасолов В.В. Рассказы о числах, фигурах и многочленах. – М., 1997.
6. Розов Н.Х., Шабат Г.Б. Американские и российские педагоги готовы к сотрудничеству // Первое сентября. Еженедельное приложение. – 1994. – № 43.
7. Шабат Г.Б. «Живая Математика» и математический эксперимент // Вопросы образования. – 2005. – Вып. 4. – С. 156-165.
8. Шабат Г.Б. О компьютерном эксперименте в преподавании математики // Монитор-аспект. – 1995. – № 3. – С. 116-119.
9. Якиманская И.С. Психологические основы математического образования. – М., 2004.
10. Discovering geometry. Teacher’s guide and answering key. Key Curriculum Press, 1989.