

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОДСКОЙ ДВОРЕЦ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА ИМ. А. АЛИША»
ВАХИТОВСКОГО РАЙОНА Г. КАЗАНИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Принята на заседании
методического совета
Протокол № 01
от «27» сентября 2018 г.



«Утверждаю»
Директор «ГДТТ им. А. Алиша»

Е. Ю. Габитова

Приказ № «221»
от «26» сентября 2018 г.

Одобрена на заседании
педагогического совета
Протокол № 01
от «19» сентября 2018 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«МАТЕМАТИКА, КОМБИНАТОРИКА»**

Направленность: естественнонаучная

Возраст учащихся: 15 – 18 лет

Срок реализации: 5 лет

Авторы – составители:
педагоги дополнительного образования
Ефремов Руслан Сергеевич
Шурыгин Вадим Вадимович

КАЗАНЬ 2018

Информационная карта образовательной программы

| | | |
|----|---|---|
| 1. | Образовательная организация | Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Городской дворец детского творчества им. А. Алиша» г. Казань |
| 2. | Полное название программы | Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Математика, комбинаторика» |
| 3. | Направленность программы | Естественнонаучная |
| 4. | Сведения о разработчиках | Ефремов Руслан Сергеевич Шурыгин Вадим Вадимович педагоги дополнительного образования |
| 5. | Сведения о программе | Срок реализации: 3 года. Возраст обучающихся: от 15 до 18 лет. Тип и вид программы: Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа. Цель программы: развитие математических, логических и творческих способностей учащихся, приобретение ими дополнительных математических знаний и умений. Модуль: Стартовый |
| 6. | Формы и методы образовательной деятельности | Групповые. |
| 7. | Формы мониторинга результативности | Участие на конференциях, семинарах. Участие в конкурсах. |
| 8. | Результативность реализации программы | Начальная – 1 год обучения. Промежуточная – 2 год обучения. Итоговая – 3 год обучения |
| 9. | Дата утверждения и последней корректировки программы | 26.09.2018 г. |

Содержание

- 1. Пояснительная записка**
- 2. Цели и задачи программы**
- 3. Ожидаемые результаты**
- 4. Учебно-тематический план**

Пояснительная записка

Данная программа создана, чтобы развить математические способности одарённых школьников, научить их: решать нестандартные задачи, искать нетривиальные пути решения известных задач, аргументировать собственные рассуждения и доказывать свои выводы. Результатом обучения по этой программе должны стать успехи учащихся в математических конкурсах и олимпиадах, где учащиеся смогут применить полученные знания и навыки, выходящие за пределы школьной программы по математике.

Основной формой организации учебно-познавательной деятельности для школьников является прорешивание задач и рассказ с аргументацией своего решения этих задач. Также ученикам будут объяснены соответствующие теоретические материалы, способы и методы решения задач. В результате ученики избавятся от присущего младшим и средним школьникам страха ответить неправильно, предложить неверное решение, станут свободнее в поисках решений задач; отточат способность логически мыслить, слушать и понимать чужие слова, объяснять и аргументировать свою точку зрения, что поможет им в любой деятельности. Это также будет способствовать их общекультурному, социальному развитию.

Программа направлена на формирование научного мировоззрения, научного мышления, освоение методов научного познания мира и развитие исследовательских способностей обучающихся в области точных наук. Реализует потребность человека в классификации и упорядочивании объектов через логические операции.

Актуальность

- Программа соответствует действующим нормативным актам и государственным программным документам.
- В программе представлены современные идеи и актуальные направления развития науки.

Программа дополнительного образования детей направлена на:

- создание условий для развития ребенка;
- развитие мотивации к познанию ;
- обеспечение эмоционального благополучия ребенка;
- приобщение детей к общечеловеческим ценностям;
- профилактику асоциального поведения;
- создание условий для социального и профессионального самоопределения, самореализации личности ребенка;
- интеллектуальное развитие личности ребенка;
- взаимодействие педагога дополнительного образования с семьей.

Новизна: применены новые методики и технологии, нововведения в формах диагностики, новые формы подведения итогов.

Новизна программы заключается в проведении интегрированных занятий, сочетающих изучение материала с применением информационных технологий и полученных знаний в решении работ; а так же в использовании технологии обучения через организацию межпредметных связей.

Преимущества данной программы в сравнении с ранее созданными программами заключается в том, что обучающиеся не только выполняют практические задания, но и в процессе изучения программы осваивают новые методы решения задач, учатся ориентироваться в полученной информации, работать как самостоятельно, так и в группах.

Педагогическая целесообразность

В программе использованы формы, средства и методы образовательной деятельности в соответствии с целями и задачами дополнительного образования. Решены проблемы и определены практические важности взаимосвязи выстроенной системы процессов обучения, развития, воспитания и их обеспечения; наличие инновационных подходов.

Отличительные особенности

Данная программа отличается от ранее существующей постановкой образовательных задач, в построении учебно-тематического плана, в содержании занятий, в использованной литературе, в изложенных основных идеях, на которых базируется программа.

Возраст обучающихся, участвующих в реализации программы

- Охарактеризованы и учтены возрастно-психологические особенности обучающихся.

- Обоснованы принципы формирования групп, количество обучающихся в группе.

Формы работы на занятиях: коллективные, индивидуальные и групповые.

Условия набора детей в объединение: в объединение принимаются все желающие.

Наполняемость в группах: группы по 15 обучающихся.

Объем и срок освоения программы: программа рассчитана на 144 часа в год (всего 720 часов за 5 лет обучения).

1 год обучения - 144 часа;

2 год обучения - 144 часа;

3 год обучения - 144 часа;

4 год обучения - 144 часа;

5 год обучения - 144 часа.

Уровень готовности обучающихся к освоению общеобразовательной программы определяется по результатам анкетирования, тестирования.

Программа разработана самостоятельно, модифицирована, носит вариативный характер и может корректироваться; допускает некоторые изменения в содержании занятий, форме их проведения, количестве часов на изучение программного материала с учётом имеющейся материальной базы, интересов и уровне подготовки обучающихся.

Форма обучения по программе – очная.

Режим занятий: обучение по данной программе проводится в 7-11 классах 2 раза в неделю по 2-3 учебных часа. Перерывы между занятиями - 10 минут.

Цель программы — развитие математических, логических и творческих способностей учащихся, приобретение ими дополнительных математических знаний и умений.

Задачи программы:

- *Познавательная задача.* Развитие познавательного интереса к математике.
- *Образовательная задача.* Формирование умений и навыков для решения математических задач, ознакомление с различными разделами математики, приобретение опыта строгих доказательств.
- *Развивающая задача.* Развитие творческой активности, самостоятельности в решении математических задач, развитие внимания, памяти, трудоспособности, воображения, абстрактного мышления.
- *Воспитывающая задача.* Воспитание ответственности, культуры, дисциплины, коммуникативных способностей.

Данная программа рассчитана на 5 лет обучения для учащихся средних и старших классов.

Занятия проводятся в форме бесед, выполнения заданий, упражнений, решения задач.

Выполнение программы рассчитано на 144 часа в год, (всего 720 часов). На каждом занятии ребята будут решать задачи и рассказывать преподавателю своё решение.

В конце каждой темы предполагается подведение итогов учащихся, в частности, посредством решения индивидуальной олимпиады для выработки

у них спокойного отношения к такому важному мероприятию и для контроля успеваемости.

Ожидаемые результаты:

- Формирование устойчивого интереса к математике.
 - Формирование логического мышления.
 - Формирование творческого подхода при решении задач.
 - Формирование умения доведения идей до полного решения.
- Формирование умения изложения своих мыслей и их аргументации

Способы определения результативности

Методы отслеживания (диагностики) успешности овладения обучающимися содержанием программы:

- педагогическое наблюдение;
- педагогический анализ результатов анкетирования, тестирования, зачётов, взаимозачётов, опросов, выполнения обучающимися диагностических заданий, участия в мероприятиях (турнирах, олимпиадах), защиты проектов, решения задач, активности обучающихся на занятиях.

Мониторинг

Для отслеживания результативности используются:

- педагогический мониторинг, включающий контрольные задания и тесты, диагностику личностного роста и продвижения, анкетирование, педагогические отзывы, ведение журнала учета или педагогического дневника, ведение оценочной системы;
- мониторинг образовательной деятельности детей, включающий самооценку обучающегося.

Созданная система оценочных средств позволяет проконтролировать каждый заявленный результат обучения, измерить его и оценить.

Виды контроля

- Начальный (или входной контроль) проводится с целью определения уровня развития детей.
- Текущий контроль – с целью определения степени усвоения обучающимися учебного материала.
- Промежуточный контроль – с целью определения результатов обучения.
- Итоговый контроль – с целью определения изменения уровня развития детей, их творческих способностей.

Формы подведения итогов

Документальные формы подведения итогов реализации общеобразовательной программы отражают достижения каждого обучающегося. Они необходимы для подтверждения достоверности полученных результатов освоения программы. К ним относятся: дневники педагогических наблюдений, портфолио обучающихся — документальные формы, в которых могут быть отражены достижения каждого обучающегося.

| Учебный план первого года обучения | | | | | |
|---|------------------------------------|------------------|--------|----------|------------------------|
| № п/ п | Название раздела, темы | Количество часов | | | Формы |
| | | Всего | Теория | Практика | аттестации/ |
| | | | | | контроля |
| | Введение в комбинаторику | 4 | 2 | 2 | Устный опрос |
| | Общие правила комбинаторики | 30 | 15 | 15 | |
| 1 | Понятие вариантов | 2 | 1 | 1 | Тестирование |
| 2 | Размещения с повторениями | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 3 | Системы счисления | 2 | 1 | 1 | Устный опрос |
| 4 | Комбинации цифр | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 5 | Код Морзе | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 6 | Морской семафор | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 7 | ЭВМ | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 8 | Генетический код | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 9 | Общие правила комбинаторики | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 10 | Задача о домино | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 11 | Выбор команды | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 12 | Круги Эйлера | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 13 | Формула включений и исключений | 2 | 1 | 1 | Тестирование |
| 14 | Ошибочные рассуждения | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 15 | Решето Эратосфена | 2 | 1 | 1 | Устный опрос |

| | | | | | |
|---|---|-----------|----|----|------------------------|
| Размещения, перестановки и сочетания | | 34 | 17 | 17 | |
| 1 | Результаты первенства | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 2 | Размещения без повторений | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 3 | Выбор сообщества | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 4 | Перестановки | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 5 | Задача о ладье | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 6 | Лингвистические проблемы | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 7 | Варианты в циклах | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 8 | Перестановки с повторениями | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 9 | Анаграммы | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 10 | Сочетания | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 11 | Генуэзская лотерея | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 12 | Задача о покупке | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 13 | Сочетания с повторениями | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 14 | Снова результаты первенства | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 15 | Свойства сочетаний | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 16 | Частный случай формулы включений и исключений | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 17 | Знакопеременные суммы сочетаний | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| Комбинаторные задачи с ограничениями | | 26 | 13 | 13 | |
| 1 | Задача о львах и тиграх | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 2 | Постройка лестницы | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 3 | Задача о книжной полке | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |

| | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| 4 | Задача о рассадке по кругу | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 5 | Задача о свидании | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 6 | Выбор в "слепую" | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 7 | Общая задача о смещении | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 8 | Субфакториалы | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 9 | Задача о караване | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 10 | Задача о карусели | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 11 | Задача о очереди | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 12 | Задача о двух шеренгах | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 13 | Новые свойства сочетаний | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| Комбинаторика разбиений | | 46 | 23 | 23 | |
| 1 | Комбинаторика домино | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 2 | Раскладка по ящикам | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 3 | Выбор букета | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 4 | Задача о числе делителей | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 5 | Раздача одинаковых предметов | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 6 | Раздача разных предметов | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 7 | Задача о выборе конвертов | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 8 | Флаги на мачтах | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 9 | Полное число сигналов | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 10 | Разные статистики | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 11 | Разбиение чисел | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 12 | Задача о бандероли | 2 | 1 | 1 | Практическая |

| | | | | | |
|---|--|-------------------------|---------------|-----------------|-----------------------------------|
| | | | | | работа |
| 13 | Общая задача о наклейке маок | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 14 | Комбинаторные задачи теории информации | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 15 | Проблема абитуриента | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 16 | Уплата денег | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 17 | Задача о покупке | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 18 | Задача о размене | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 19 | Разбиение чисел на слагаемые | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 20 | Диаграмная техника | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 21 | Двойственные диаграммы | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 22 | Формула Эйлера | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 23 | Применение формулы Эйлера | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| Подведение итогов | | 4 | 2 | 2 | Самостоятельная работа |
| | Итого | 144 | 72 | 72 | |
| Учебный план второго года обучения | | | | | |
| | | | | | |
| № п/п | Название раздела, темы | Количество часов | | | Формы аттестации/ контроля |
| | | Всего | Теория | Практика | |
| Введение | | 4 | 2 | 2 | Фронтальный опрос |
| Комбинаторика на шахматной доске | | 40 | 20 | 20 | |
| 1 | Брождение по городу | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 2 | Арифметический квадрат | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 3 | Фигурные числа | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |

| | | | | | |
|---------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| 4 | Арифметический треугольник | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 5 | Расширенный арифметический треугольник | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 6 | Шахматный король | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 7 | Обобщенный арифметический треугольник | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 8 | ОАТ и m -ичная система счисления | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 9 | Некоторые свойства чисел $C_m(k,n)$ | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 10 | Шашки в углу | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 11 | Арифметический пятиугольник | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 12 | Геометрический способ доказательства свойств | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 13 | Случайные блуждания | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 14 | Броуновское движение | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 15 | Задача о царице | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 16 | Поглощающая стена | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 17 | Блуждания по бесконечной плоскости | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 18 | Общая задача о ладьях | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 19 | Симметрические расстановки | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 20 | Два коня | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| Рекуррентные соотношения | | 26 | 13 | 13 | |
| 1 | Числа Фиббоначи | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 2 | Другой метод доказательства | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 3 | Процесс последовательных разбиений | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 4 | Умножение и деление чисел | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 5 | Задача о многоугольниках | 2 | 1 | 1 | самостоятельная |

| | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| | | | | | ная работа |
| 6 | Затруднение мажордома | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 7 | Счастливые билеты | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 8 | Другое доказательство | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 9 | Рекуррентные таблицы | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 10 | Другое решение проблемы мажордома | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 11 | Решение рекуррентных соотношений | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 12 | Линейные рекуррентные соотношения | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 13 | Характеристические уравнения | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 14 | Случай равных корней характеристического уравнения | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| Комбинаторика и ряды | | 34 | 17 | 17 | |
| 1 | Деление многочленов | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 2 | Алгебраические дроби | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 3 | Степенные ряды | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 4 | Действия над степенными рядами | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 5 | Применение степенных рядов | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 6 | Производящие функции | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 7 | Бином Ньютона | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 8 | Полиномиальная формула | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 9 | Ряд Ньютона | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 10 | Биномиальные коэффициенты | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 11 | Расширение биномиальных коэффициентов | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|---------------|-----------------|--------------------------|
| 12 | Извлечение квадратных корней | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 13 | Производящие функции и рекуррентные соотношения | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 14 | Разложение на элементарные дроби | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 15 | Единое нелинейное рекуррентное соотношение | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 16 | Производящие функции и разбиение чисел | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 17 | Сводка результатов по комбинаторике разбиений | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| Решение олимпиадных задач | | 36 | 18 | 18 | Практическая работа |
| Подведение итогов | | 4 | 2 | 2 | Самостоятельная работа |
| | Итого | 144 | | | |
| Учебный план третьего года обучения | | | | | |
| | | | | | |
| № п/п | Название раздела, темы | Количество часов | | | Формы аттестации/ |
| | | Всего | Теория | Практика | контроля |
| Базовые понятия | | 38 | 19 | 19 | |
| 1 | Случайные события | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 2 | Комбинаторика при вычислении случайных событий | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 3 | Предмет теории вероятности | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 4 | Типы случайных событий | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 5 | Понятие случайного опыта | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 6 | Понятие случайного события | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 7 | Понятие элементарного исхода | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 8 | Действия над случайными событиями | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 9 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |

| | | | | | |
|-------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| 10 | Классическое определение вероятности | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 11 | Равновозможные события | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 12 | Статистическая частота наступления события | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 13 | Комбинаторные методы | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 14 | Повторение основ комбинаторики | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 15 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 16 | Статистическое определение вероятности | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 17 | Геометрическое определение вероятности | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 18 | Вероятностные методы решения практических задач | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 19 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| Теоремы о вероятностях | | 20 | 10 | 10 | |
| 1 | Противоположные события | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 2 | Вероятность противоположного события | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 3 | Несовместные события | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 4 | Вероятность суммы несовместных событий | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 5 | Формула сложения вероятностей | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 6 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 7 | Независимые события | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 8 | Условная вероятность | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 9 | Формула умножения вероятностей | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 10 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| Случайные величины | | 14 | 7 | 7 | |
| 1 | Понятие случайной величины | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| 2 | Распределение случайной величины | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 3 | Числовые характеристики | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 4 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 5 | Математическое ожидание | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 6 | Дисперсия | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 7 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| Основные понятия математической статистики | | 46 | 23 | 23 | |
| 1 | Предмет статистики | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 2 | Основная задача статистики | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 3 | Основной метод статистики | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 4 | Статистические данные | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 5 | Представление данных | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 6 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 7 | Анализ данных | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 8 | Средние результаты измерений | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 9 | Понятие статистического вывода | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 10 | Числовые характеристики рядов | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 11 | Диаграммы | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 12 | Графики | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 13 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 14 | Случайная выборка и ее представление | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 15 | Генеральная совокупность | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |

| | | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|--------------------------|
| 16 | Таблица частот | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 17 | Группировка данных | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 18 | Числовые характеристики выборки | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 19 | Характеристики среднего | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 20 | Испытания Бернулли | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 21 | Формула Бернулли | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 22 | Биномиальное распределение | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 23 | Решение задач | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| Решение олимпиадных задач | | 18 | 9 | 9 | Практическая работа |
| Подведение итогов | | 4 | 2 | 2 | Самостоятельная работа |
| | Итого | 144 | | | |
| Учебный план четвертого года обучения | | | | | |
| | | | | | |
| № п/п | Название раздела, темы | Количество часов | | | Формы аттестации/ |
| | | Всего | Теория | Практика | контроля |
| Введение в комбинаторику | | 4 | 2 | 2 | Фронтальный опрос |
| Общие правила комбинаторики | | 30 | 15 | 15 | |
| 1 | Понятие вариантов | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 2 | Размещения с повторениями | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 3 | Системы счисления | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 4 | Комбинации цифр | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 5 | Код Морзе | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 6 | Морской семафор | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |

| | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| 7 | ЭВМ | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 8 | Генетический код | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 9 | Общие правила комбинаторики | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 10 | Задача о домино | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 11 | Выбор команды | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 12 | Круги Эйлера | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 13 | Формула включений и исключений | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 14 | Ошибочные рассуждения | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 15 | Решето Эратосфена | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| Размещения, перестановки и сочетания | | 34 | 17 | 17 | |
| 1 | Результаты первенства | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 2 | Размещения без повторений | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 3 | Выбор сообщества | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 4 | Перестановки | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 5 | Задача о ладье | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 6 | Лингвистические проблемы | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 7 | Варианты в циклах | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 8 | Перестановки с повторениями | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 9 | Анаграммы | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 10 | Сочетания | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 11 | Генуэзская лотерея | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 12 | Задача о покупке | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |

| | | | | | |
|---|---|-----------|----|----|------------------------|
| 13 | Сочетания с повторениями | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 14 | Снова результаты первенства | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 15 | Свойства сочетаний | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 16 | Частный случай формулы включений и исключений | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 17 | Знакопеременные суммы сочетаний | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| Комбинаторные задачи с ограничениями | | 26 | 13 | 13 | |
| 1 | Задача о львах и тиграх | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 2 | Постройка лестницы | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 3 | Задача о книжной полке | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 4 | Задача о рассадке по кругу | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 5 | Задача о свидании | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 6 | Выбор в "слепую" | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 7 | Общая задача о смещении | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 8 | Субфакториалы | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 9 | Задача о караване | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 10 | Задача о карусели | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 11 | Задача о очереди | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 12 | Задача о двух шеренгах | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 13 | Новые свойства сочетаний | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| Комбинаторика разбиений | | 46 | 23 | 23 | |
| 1 | Комбинаторика домино | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 2 | Раскладка по ящикам | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 3 | Выбор букета | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная |

| | | | | | |
|--------------------------|--|------------|----------|----------|------------------------|
| | | | | | ная работа |
| 4 | Задача о числе делителей | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 5 | Раздача одинаковых предметов | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 6 | Раздача разных предметов | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 7 | Задача о выборе конвертов | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 8 | Флаги на мачтах | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 9 | Полное число сигналов | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 10 | Разные статистики | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 11 | Разбиение чисел | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 12 | Задача о бандероли | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 13 | Общая задача о наклейке маок | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 14 | Комбинаторные задачи теории информации | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 15 | Проблема абитуриента | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 16 | Уплата денег | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 17 | Задача о покупке | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 18 | Задача о размене | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 19 | Разбиение чисел на слагаемые | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 20 | Диаграмная техника | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 21 | Двойственные диаграммы | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 22 | Формула Эйлера | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 23 | Применение формулы Эйлера | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| Подведение итогов | | 4 | 2 | 2 | Практическая работа |
| | Итого | 144 | | | |

| | | | | | |
|---|---|-------------------------|---------------|-----------------|--------------------------|
| Учебный план пятого года обучения | | | | | |
| № п/п | Название раздела, темы | Количество часов | | | Формы аттестации/ |
| | | Всего | Теория | Практика | контроля |
| Введение | | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| Дополнительные главы комбинаторики | | 128 | 64 | 64 | |
| 1 | Нахождение остовного дерева | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 2 | Теорема Брукса | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 3 | Верхние оценки хроматического числа | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 4 | Многочлен Татта | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 5 | Комбинаторные приложения многочлена Татта | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 6 | Комбинаторика как раскрытие скобок | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 7 | Циклотомический многочлен | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 8 | Компоненты сильной связности | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 9 | Минимально сильно связанные графы | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 10 | Гамильтоновы пути в полных орграфах | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 11 | Структура компонент сильной связности полного орграфа | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 12 | Триангуляции многоугольников | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 13 | Триангуляции произвольных множеств | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 14 | Преобразования триангуляций | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 15 | Подсчет количества триангуляций | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 16 | Комбинаторная теорема о нулях | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|----------------------------|
| 17 | Теорема Турана | 2 | 1 | 1 | самостоятель ная работа |
| 18 | Задачи на теорему Турана | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 19 | Дискретные гармонические функции | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 20 | Свойства дискретных гармонических функций | 2 | 1 | 1 | Самостоятель ная работа |
| 21 | Дискретная задача Дирихле | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 22 | Функционал энергии | 2 | 1 | 1 | Самостоятель ная работа |
| 23 | Течение жидкости и движение толпы | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 24 | Решение задачи Дирихле для квадрата | 2 | 1 | 1 | самостоятель ная работа |
| 25 | Метод последовательных приближений | 2 | 1 | 1 | самостоятель ная работа |
| 26 | Дискретная теорема Лиувилля | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 27 | Дискретные гармонические функции в полуплоскости | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 28 | Случайные блуждания | 2 | 1 | 1 | Самостоятель ная работа |
| 29 | Метод сеток | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 30 | Гармонические функции на графах | 2 | 1 | 1 | самостоятель ная работа |
| 31 | Нуль-последовательности | 2 | 1 | 1 | самостоятель ная работа |
| 32 | Экстремальные задачи | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 33 | Теорема Эрдеша-Гинзбурга- Зива | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 34 | Задача о нечетном городе | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 35 | Неравенство Фишера | 2 | 1 | 1 | Самостоятель ная работа |
| 36 | Теорема Рая-Чаудхури | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 37 | Неравенство Боллобаша | 2 | 1 | 1 | самостоятель ная работа |
| 38 | Теорема Франкла-Фюреди | 2 | 1 | 1 | самостоятель ная работа |

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|------------------------|
| 39 | Наборы попарных сумм | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 40 | Суммы большей кратности | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 41 | Числа Каталана и естественные отображения | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 42 | Классические биекции с деревьями | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 43 | Скобочные структуры и таблицы Юнга | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 44 | Теорема Дилуорса | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 45 | Перестановки, избегающие данную | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 46 | Метод "инструкций сверху" | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 47 | Биекции с хордовыми диаграммами | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 48 | Лемма Рени | 2 | 1 | 1 | |
| 49 | Формула для чисел Нараяны | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 50 | Бесхозные отображения | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 51 | Разбиения прямоугольников на Z-тетрамино и домино | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 52 | Оценка количества вертикальных и горизонтальных тетрамино | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 53 | Оценка количества домино | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 54 | Задача о кузнечике | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 55 | Одиночны выпуклый многоугольник | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 56 | Пустые выпуклые многоугольники | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 57 | Чашки и крышки | 2 | 1 | 1 | самостоятельная работа |
| 58 | Коэффициент неразбиваемости | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 59 | Теорема Рамсея | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 60 | Задачи, связанные с разбиениями | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |

| | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|------------|---|---|------------------------|
| 61 | Упорядоченные разбиения | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| 62 | Неупорядоченные разбиения | 2 | 1 | 1 | Самостоятельная работа |
| 63 | Вычисление количества разбиений | 2 | 1 | 1 | Фронтальный опрос |
| 64 | Вложимые разбиения | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| Решение олимпиадных задач | | 12 | 6 | 6 | Самостоятельная работа |
| Подведение итогов | | 2 | 1 | 1 | Практическая работа |
| | Итого | 144 | | | |

Условия реализации программы.

Помещение кабинета должно хорошо проветриваться, отвечать требованиям санитарных норм и нормам техники безопасности. В кабинете должна быть психологически и гигиенически комфортная среда, организованная так, чтобы в максимальной степени содействовать успешному обучению, умственному развитию и формированию информационной культуры обучающихся, приобретению ими прочных знаний, при полном обеспечении требований к охране здоровья и безопасности труда педагога и обучающихся.

Программа предполагает следующее материально-техническое обеспечение:

1. Кабинет - 1
2. Рабочее место педагога - 1
3. Рабочие места обучающихся – 15
4. Магнитно-маркерная доска – 1 шт.
5. Ноутбук – 1 шт.
6. Принтер – 1 шт.
7. Сканер - 1 шт.
8. Проектор – 1 шт.

Формы аттестации, контроля.

Для оценки результативности учебных занятий применяются вводный, текущий, промежуточный и итоговый виды контроля.

Вводный контроль осуществляется на первом году обучения в начале учебного года. Цель - определить исходный уровень знаний и умений обучающихся, определить формы и методы работы на занятиях. Формы оценки –анкетирование, тестирование.

Текущий контроль происходит после изучения основных тем по программе. В практической деятельности результативность оценивается качеством выполнения практических и самостоятельных работ. Анализируются положительные и отрицательные стороны работы, корректируются недостатки. Контроль теоретических знаний осуществляется с помощью заданий педагога (тесты, индивидуальные задания); взаимоконтроль, самоконтроль и др. Они активизируют, стимулируют работу обучающихся, позволяют более полно проявлять полученные знания и умения.

Оценочные материалы.

Для педагогического мониторинга развития обучающихся предлагается метод структурированного наблюдения за поведением детей в процессе практической деятельности на занятиях и его оценивание по определенным параметрам. Мониторинг проводится системно: в начале и в конце учебного года.

После завершения каждого раздела программы проводится мониторинг результативности освоения предметной составляющей. В систему мониторинга входит:

- анализ продуктов деятельности обучающихся, позволяющий определить степень освоения каждого этапа создания работы, выявить проблемные моменты;
- анализ лексикона обучающегося на предмет использования специальных терминов во время общения с педагогом и другими детьми;
- опрос обучающихся на предмет удовлетворённости собственным продуктом творчества.

Методическое, дидактическое и материально-техническое обеспечение реализации программы

Образовательная деятельность реализуется через организацию различных видов деятельности или их интеграцию с использованием разнообразных форм и методов работы, выбор которых педагог осуществляет самостоятельно в зависимости от контингента обучающихся, уровня

усвоения дополнительной общеобразовательной программы и решения конкретных образовательных задач.

Дополнительная общеобразовательная программа реализуется в **очной форме** обучения.

При реализации программы используются следующие **методы в основе которых лежит способ организации занятия:**

- **словесные** - сообщение обучающей информации при помощи слова с использованием логических, организационных и технических приемов (рассказ, беседа, лекция, работа с печатными источниками);

- **наглядные** - обучающие получают учебную информацию при помощи различных средств наглядности:

➤ демонстрация опыта;

➤ демонстрация наглядных пособий (предметов, схем, таблиц, и т.д.);

- **практические** - получение информации на основании практических действий, выполненных педагогом или обучающимся в процессе постановки различных практических работ.

- **аналитические** – (наблюдение, сравнение, анкетирование, опрос, самоанализ).

А также методы, в основе которых лежит уровень деятельности детей:

1. *Объяснительно-иллюстративный метод* (информационно-рецептивный) — при использовании этого метода происходит организация усвоения информации детьми путем сообщения им учебного материала и обеспечение его успешного восприятия.

2. *Репродуктивный метод* — формирование навыков и умений использования и применения полученных знаний.

3. *Проблемный метод* (проблемное изложение) — раскрытие в изучаемом учебном материале различных проблем и показ способов их решения.

4. *Частично-поисковый метод или эвристический метод* — постепенная подготовка обучающихся к самостоятельной постановке и решению проблем.

5. *Исследовательский метод* — обеспечить овладение обучаемыми методами научного познания, развить и сформировать у них черты творческой деятельности, обеспечить условия успешного формирования мотивов творческой деятельности, способствовать формированию осознанных, оперативно и гибко используемых знаний. Сущность метода – обеспечение организации поисковой творческой деятельности обучаемых по решению новых для них проблем.

Формы организации образовательной деятельности.

На занятиях используются фронтальная, групповая, индивидуальная формы организации учебного процесса.

Формы организации учебного занятия.

Для достижения поставленных задач используются следующие формы работы: лекции, беседы, презентации, занятия-игры, практические и индивидуальные занятия.

Реализуемые и используемые педагогические технологии:

Личностно-ориентированные технологии:

- ✓ исследовательская технология (проблемно поисковая) - обучение детей «через открытие»;
- ✓ технология имитационного моделирования (игровая) - моделирование жизненно важных затруднений обучающихся в образовательном пространстве и поиск путей их решения;
- ✓ психологическая технология (самоопределенческая), благодаря которой происходит самоопределение обучаемого в той, или иной образовательной деятельности,
- ✓ деятельностная технология, когда ребенок способен проектировать свою деятельность и быть её субъектом;
- ✓ рефлексивная - осознание обучающимся своей деятельности: как, и каким образом получен результат, какие возникли затруднения, как он их преодолевал и что при этом чувствовал.

Технология сотрудничества:

- ✓ метод обучения в команде (группе) – самостоятельная работа каждого члена группы находится в постоянном взаимодействии с другими членами этой же группы при работе над определенной темой, вопросом, проблемой подлежащими изучению. Задача каждого обучающегося состоит не только в том, чтобы сделать что-то вместе, но и в том, чтобы познать что-то вместе, чтобы каждый овладел знаниями и чтобы вся команда (группа) знала, чего достиг каждый обучающийся.

Метод проектов:

- ✓ творческие проекты – создание таких работ не подразумевает детально проработанной структуры проекта, она намечается и развивается, подчиняясь логике и интересам участников проекта.
- ✓ практико-ориентированные проекты – когда участникам намечается четко обозначенный результат деятельности, который должен быть достигнут, по окончании выполнения той или иной творческой работы.

Алгоритм учебного занятия.

Учебные занятия организованы по группам. Структура занятия выглядит следующим образом:

1. Организационный момент, приветствие, знакомство с темой занятия.

2. Теоретическая часть занятия - повторение пройденного материала, изучение нового.
3. Практическая часть занятия – в зависимости от темы и цели занятия.
4. Подведение итогов занятия, просмотр выполненной работы.

Схема построения занятия одинакова во всех группах:

1. Подготовительная часть.
2. Основная часть.
3. Заключительная (итоговая) часть.

Использованная литература

1. Акимов О.Е. Дискретная математика. Логика. Группы. Графы. 2001 год. 352 стр.
2. Е.Г. Козлова «Сказки и подсказки», Москва, 2004 г.
3. А. Харт-Дэвис «Удивительные математические головоломки», Москва, 2003 г.
4. Я.И. Перельман «Живая математика», Москва, 1967 г.
5. Олимпиадные задания по математике. 5-11 классы : методическое пособие / сост. О. Л. Безрукова. - Волгоград : Учитель, 2012. - 143 с.
6. Математика. Задания для подготовки к олимпиадам. 10-11 классы : методическое пособие / сост. Г. И. Григорьева. - Волгоград : Учитель, 2007. - 63 с.
7. Андерсон, Джеймс А. Дискретная математика и комбинаторика. - Пер. с англ. — М. : Издатель- Издательский дом "Вильямс", 2004. — 960 с.
8. Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. - М., ГУ ВШЭ, 2006. - 300с.