**Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение**

 **«Средняя общеобразовательная школа**

**с углубленным изучением отдельных предметов №3»**

|  |  |
| --- | --- |
| Рассмотрена на методическом совете протокол №« »\_\_\_\_\_\_\_2019г.  | Утверждаю директор  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

***Образовательная программа дополнительного образования по направлению***

***«Математическое моделирование»***

**Направление «Математика»**

**Для обучающихся среднего и старшего школьного возраста**

Составители:

учитель математики

высшей квалификационной категории

Жулдыбина Ольга Александровна

учитель математики

Воложанинова Анастасия Нодариевна

г.Березники, 2019

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Пояснительная записка 3](#_Toc31013765)

[Актуальность образовательной программы. 3](#_Toc31013766)

[Цель 4](#_Toc31013767)

[Задачи образовательной программы: 4](#_Toc31013768)

[Проектируемый состав образовательных модулей программы 5](#_Toc31013769)

[Используемые методы обучения 5](#_Toc31013770)

[Описание модулей программы 7](#_Toc31013771)

[Вводный модуль «Геометрия» 7](#_Toc31013772)

[Вводный модуль «Теория множеств» 9](#_Toc31013773)

[Вводный модуль «Теория вероятностей» 12](#_Toc31013774)

[Вводный модуль «Теория графов» 15](#_Toc31013775)

[Углубленный модуль 17](#_Toc31013776)

# Пояснительная записка

Образовательная дополнительная программа «Математическое моделирование» направлена на приобретение обучающимися фундаментальных знаний по математике необходимых в различных направлениях науки и техники. Универсальность концепции математического моделирования позволяет охватить разные области науки и техники. Использование математического моделирования в комбинации с технологиями машинного обучения позволяет по-новому взглянуть на привычные исследовательские задачи.

Данное направление релевантно сквозным цифровым технологиям программы «Цифровая экономика Российской Федерации». В рамках различных модулей программы обучающиеся знакомятся с базовыми понятиями: алгоритмизацией, схематизацией, видами и способами моделирования.

Актуальность образовательной программы. Математическое моделирование – научный подход, связанный с построением и использованием математическое модели исследуемого явления, субъекта или объекта, а также систем, их включающих с целью сокращения времени, сил и средств по предсказанию возможного будущего, повышения обоснованности и точности научных прогнозов, учета их в деятельности. Математическое моделирование тесно связано с информационными технологиями. Необходимость решения все более сложных задач, возникающих в науке, технике и экономике, потребовала разработки и обоснования математических моделей, отражающих основные закономерности исследуемых явлений, и создания эффективных численных алгоритмов их решения. В свою очередь реализация этих алгоритмов на компьютерах привела к созданию новых языков программирования, операционных систем и систем поддержки программного обеспечения, разработке новых подходов в программировании и информационных технологиях. Такой взаимосвязный процесс разработки математических моделей, численных алгоритмов, программирования и создания комплексов и пакетов программ для решения на компьютерах этих задач, их анализа, хранения и вывода результатов расчетов и послужил основой нового научного направления в исследованиях – математического моделирования. Таким образом, математическое моделирование позволяет охватить разные области науки и техники, позволяет по-новому взглянуть на исследовательские задачи, подчеркивает необходимость фундаментальных знаний по математике.

Цель данной образовательной программы можно сформулировать как создание условий для развития интеллектуального мышления, математической логики, формирования способности к не­стандартному мышлению и принятию решений в условиях неопределенности, познавательного интереса к сфере информационных технологий через математическое моделирование.

## Задачи образовательной программы:

Образовательные:

* сформировать представления о математике как универсальном языке науки, средстве моделирования явлений и процессов; об идеях и методах математического моделирования;
* развивать логическое мышление, пространственное воображение, алгоритмическую культуру, критичность мышления на уровне, необходимом для будущей профессиональной деятельности, а также последующего обучения в высшей школе;
* привить математические знания и умения, необходимые в повседневной жизни, для изучения школьных естественных дисциплин;
* изучить основы алгоритмизации, построения алгоритмов;
* получить навыки работы с различными видами моделей, выполнять преобразования моделей.

Воспитательные:

* формировать принципы научного мировоззрения;
* повысить уровень мотивации к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем;
* формировать навыки совместной деятельности для достижения результата.

Развивающие:

* развивать чувство ответственности, внутрен­ней инициативы, самостоятельности, тяги к самосовершен­ствованию;
* развивать познавательные интересы и формировать позна­вательную активность;
* развивать творческие способности;
* развивать алгоритмическое мышление;
* формировать навыки проектного мышления, работы в команде и публичной демонстрации своих достижений.

Данная программа общеразвивающая, профилирующая, долгосрочная, сроком реализации три года. Материал курса предназначен для обучающихся 11 – 17 лет и в зависимости от предметных компетенций учащихся может быть модифицирован. Программа имеет модульную структуру и составлена по материалам серии тулкитов, разработанных Фондом новых форм развития образования для методической поддержки деятельности сети детских технопарков «Кванториум». Состав модулей программы не является постоянным и может изменяться в зависимости от потребностей обучающихся и востребованности изучаемых технологий.

## Проектируемый состав образовательных модулей программы

| **№** | **Название модуля** | **Тип модуля** | **Требования к минимальному уровню компетенций** | **Продолжительность изучения (ч)** | **Частота занятий (неделя)** | **Форма итоговой аттестации** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Геометрия | Вводный | отсутствуют | 16 | 1 раз по 2 ч | Публичное выступление с демонстрацией |
| 2 | Теория множеств | Вводный | отсутствуют | 16 | 1 раз по 2 ч | Получение зачета по всем темам модуля |
| 3 | Теория вероятностей | Вводный | отсутствуют | 16 | 1 раз по 2 ч | Публичное выступление с демонстрацией |
| 4 | Теория графов | Вводный | отсутствуют | 16 | 1 раз по 2 ч | Публичное выступление с демонстрацией |

Используемые методы обучения при реализации образовательных модулей программы:

* проблемное изложение;
* информационный рассказ;
* иллюстрация;
* демонстрация наглядного материала;
* изучение источников;
* беседа;
* дискуссия;
* мозговой штурм;
* игровые ситуации;
* упражнение;
* постановка и решение задачи;
* частично-поисковый (эвристический) метод;
* проектная деятельность;
* кейс-метод;
* исследовательский метод;
* устный опрос;
* публичное выступление.

Программой предусмотрены фронтальная, групповая и инди­видуальная **формы** обучения (с преобладанием двух послед­них), в том числе:

* интерактивные проблемные лекции;
* практическая работа;
* самостоятельная индивидуальная и групповая работа обучающихся;
* встречи с носителями знаний;
* консультации специалистов;
* экскурсии;
* мастер-классы, семинары;
* соревнования, чемпионаты, турниры, олимпиады;
* выставки, фестивали, конференции.

# Описание модулей программы

## Вводный модуль «Геометрия»

Вводный модуль предназначен для развития логики, формирования структурированного мышления, применения математических знаний на практике. Модуль включает в себя введение в основные разделы геометрии. Также значительный акцент уделяется изучению базы знаний Wolframe Alpha, программы GeoGebra и инструментов Microsoft Office Excel, которые являются распространенными и простыми. В результате освоения программы учащиеся будут способны применять базовые знания по математике для решения проектных и практических задач.

Цель модуля: формирование знаний в области систем координат, функций и основных видов геометрических фигур, умений применять эти знания на практике и в смежных дисциплинах.

Задачи модуля:

– образовательные: сформировать практические и теоретические знания в области систем координат, функций и основных видов геометрических фигур, научиться работать с программными обеспечениями: Wolframe Alpha, GeoGebra и Microsoft Office Excel;

– воспитательные: формировать научное мировоззрение, воспитывать трудолюбие и самостоятельность;

– развивающие: развивать пространственное воображение и познавательные интересы обучающихся.

**Hard Skills** (предметные компетенции):

* Умение работать в системе координат;
* Навыки геометрических преобразований;
* Навык исследования и моделирования геометрических объектов

**Soft Skills** (универсальные компетенции):

* Умение работать с информацией из открытых источников;
* Умение анализировать информацию;
* Формулировать проблему и строить гипотезы;
* Навык анализа промежуточных результатов исследований;
* Внимательность, аккуратность, ответственность, трудолюбие;
* Владение универсальными умениями информационного характера: постановка и формулирование проблемы, поиск и выделение необходимой информации, выбор наиболее оптимальных способов решения задач в зависимости от конкретных условий.

***Учебно-тематический план модуля:***

Продолжительность изучения модуля «Геометрия» составляет 16 часов, режим занятий: 1 раз в неделю по 2 ч. Количество обучающихся в группе: 10-15 человек.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование темы** | **Кол-во часов** |
| **всего** | **теория** | **практика** |
| 1 | Системы координат | 2 | 1 | 1 |
| 2 | Виды функций | 4 | 2 | 2 |
| 3 | Взаимное расположение графиков функций | 2 | 1 | 1 |
| 4 | Основные виды фигур | 4 | 1 | 3 |
| 5 | Векторы | 4 | 1 | 3 |

***Занятие 1***

Цель: изучить виды систем координат такие, как декартовая, трехмерная, цилиндрическая, полярная, сферическая;

Что делаем: изучаем существующие системы координат в Wolframe Alfa, реализуем изученные способы визуализации в Microsoft Excel;

Компетенции: умение работать с информацией в свободном доступе, умение реализовывать полученные знания.

Количество часов: 2

***Занятие 2***

Цель: изучить линейную функцию и прямую пропорциональность, их графики и расположение графиков на координатной плоскости в зависимости от *k* и *b*;

 Что делаем: изучаем линейную функцию и прямую пропорциональность в GeoGebra, строим графики функций при помощи ползунка и строки ввода, решаем задачи при помощи графиков функций;

Компетенции: умение определить вид функции и построить ее график.

Количество часов: 4

***Занятие 3***

Цель: изучить варианты взаимного расположения графиков линейной функции;

Что делаем: изучаем зависимости расположения графиков от *k* и *b* в GeoGebra;

Компетенции: умение определять взаимное расположение графиков функций в координатной плоскости.

Количество часов: 2

***Занятие 4***

Цель: изучить основные виды фигур.

Что делаем: изучаем фигуры и их основные составляющие в Wolframe Alfa, конструкторах ТИКО, реализуем правила построения фигур в Microsoft Excel.

Компетенции: умение строить геометрические фигуры.

Количество часов: 2

***Занятие 5***

Цель: изучить, что такое вектор и как его использовать.

Что делаем: изучаем, что такое векторное исчисление в Wolframe Alfa, реализуем полученные знания в Microsoft Excel.

Компетенции: освоение основ векторного исчисления.

Количество часов: 4

Форма итоговой проверки уровня освоения программы данного образовательного модуля – публичное выступление с демонстрацией.

## Вводный модуль «Теория множеств»

Вводный модуль «Теория множеств» предназначен для определения пространств, соотношения и меры относительно друг друга. На множествах формируются основные законы математической логики и операции над ними.

Цель модуля: формирование знаний в области множеств, математической логики; умений применять знания на практике и в смежных дисциплинах.

Задачи модуля:

– образовательные: сформировать практические и теоретические знания в теории множеств, научиться работать с программными обеспечениями: Wolframe Alpha, математический конструктор 1С и Microsoft Office Excel;

– воспитательные: формировать научное мировоззрение, воспитывать трудолюбие и самостоятельность;

– развивающие: развивать логическое мышление и познавательные интересы обучающихся.

**Hard Skills (предметные компетенции):**

Умение использовать теорию множеств,

Умение применять математическую логику для решения задач.

**Soft Skills (универсальные компетенции):**

Умение работать с информацией в свободном доступе,

Умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы,

Умение анализировать промежуточные результаты разработки,

Умение структурировано преподносить результаты собственной разработки,

Умение анализировать результаты других разработчиков.

***Учебно-тематический план модуля:***

Продолжительность изучения модуля «Теория множеств» составляет 16 часов, режим занятий: 1 раз в неделю по 2 ч. Количество обучающихся в группе: 10-15 человек.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование темы** | **Кол-во часов** |
| **всего** | **теория** | **практика** |
| 1 | Основные свойства | 2 | 1 | 1 |
| 2 | Операции над множествами | 2 | 1 | 1 |
| 3 | Практические задачи | 4 | 1 | 3 |
| 4 | Математическая логика | 4 | 1 | 3 |
| 5 | Прикладные задачи | 4 | 1 | 3 |

***Занятие 6***

Цель: куда себя отнести?

Что делаем: изучаем множества и виды в Wolframe Alfa, реализуем изученные методы в Microsoft Excel.

Компетенции: освоение теории множеств.

Количество часов: 2

***Занятие 7***

Цель: изучить операции над множествами.

Что делаем: изучаем операции над множествами в Wolframe Alfa, реализуем изученные методы в Microsoft Excel.

Компетенции: освоение теории множеств.

Количество часов: 2.

***Занятие 8***

Цель: использовать операции над множествами для решения практических задач.

Что делаем: применяем диаграммы Эйлера – Вена в математическом конструкторе 1С.

Компетенции: умение использовать теорию множеств для решения практических задач.

Количество часов: 4

***Занятие 9***

Цель: Логика – это наше все.

Что делаем: изучаем основы математической логики в Wolframe Alfa, реализуем изученные методы в Microsoft Excel.

Компетенции: освоение законов математической логики.

Количество часов: 4

***Занятие 10***

Цель: придумать и проверить высказывания.

Что делаем: проверяем высказывания на истинность с использованием законов логики.

Компетенции: умение использовать правила математической логики для реальной жизни.

Количество часов: 4

Форма итоговой проверки уровня освоения программы данного образовательного модуля – получение зачета по всем темам курса.

## Вводный модуль «Теория вероятностей»

Теория вероятностей служит для обоснования математической и прикладной статистики, которая в свою очередь используется при планировании и организации производства, при анализе технологических процессов, предупредительном и приемочном контроле качества продукции и для многих других целей. Впервые этот раздел математики начинал развиваться с теории азартных игр, далее развивался «Закон больших чисел». Сейчас теория вероятностей нашла применение в: в теории надежности, теории массового обслуживания, теоретической физике, геодезии, астрономии, теории стрельбы, теории ошибок наблюдений, теории автоматического управления и т.д.

Цель модуля: формирование знаний в области комбинаторики и решение простейших задач, умений применять знания на практике и в смежных дисциплинах.

Задачи модуля:

– образовательные: сформировать практические и теоретические знания в области комбинаторики и решении простейших задач, научиться работать с программными обеспечениями: Wolframe Alpha, математический конструктор 1С и Microsoft Office Excel;

– воспитательные: формировать научное мировоззрение, воспитывать трудолюбие и самостоятельность;

– развивающие: развивать умение видеть случайные события в окружающем мире и познавательные интересы обучающихся.

**Hard Skills (предметные компетенции):**

Умение использовать комбинаторику, математическую логику для решения задач,

Применение навыка расчета вероятности.

**Soft Skills (универсальные компетенции):**

Умение работать с информацией в свободном доступе,

Умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы,

Умение анализировать промежуточные результаты разработки,

Умение структурировано преподносить результаты собственной разработки,

Умение анализировать результаты других разработчиков.

***Учебно-тематический план модуля:***

Продолжительность изучения модуля «Теория вероятностей» составляет 6 часов, режим занятий: 1 раз в неделю по 2 ч. Количество обучающихся в группе: 10-15 человек.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование темы** | **Кол-во часов** |
| **всего** | **теория** | **практика** |
| 1 | Определения, свойства | 2 | 1 | 1 |
| 2 | Комбинаторика | 2 | 1 | 1 |
| 3 | Статистические характеристики | 2 | 1 | 1 |
| 4 | Простейшие случайные опыты: монетка, кнопка, кубик | 4 | 1 | 3 |
| 5 | Комбинированные случайные опыты: две монетки, две кнопки, два кубика | 4 | 1 | 3 |
| 6 | Области применения | 2 | 1 | 1 |

***Занятие 11***

Цель: что такое вероятность?

Что делаем: изучаем основную формулу вероятности в Wolframe Alfa, реализуем полученные знания в Microsoft Excel.

Компетенции: умение структурировано преподносить результаты собственной разработки, умение использовать формулу вероятности.

Количество часов: 2

***Занятие 12***

Цель: изучить основы комбинаторики.

Что делаем: изучаем основные методы комбинаторики в Wolframe Alfa, реализуем изученные методы в Microsoft Excel.

Компетенции: освоение основ комбинаторики.

Количество часов: 2

***Занятие 13***

Цель: изучить статистические характеристики: медиана, мода, размах, объем, среднее значение;

Что делаем: изучаем основные статистические характеристики в математическом конструкторе 1С;

Компетенции: освоение основных статистических характеристик.

Количество часов: 2

***Занятие 14***

Цель: изучить статистическое определение вероятности и понятия относительной частоты;

Что делаем: изучаем статистическое определение вероятности и понятия статистической частоты, решая задачи с монеткой, кнопкой и кубиком в матконструкторе 1С;

Компетенции: освоение основных понятий теории вероятностей, выполнение простейших опытов.

Количество часов: 4.

***Занятие 15***

Цель: изучить понятие о независимости и уметь вычислять вероятность по классическому определению;

Что делаем: изучаем понятие о независимости и вычисляем вероятность по классическому определению, решая комбинированные случайные опыты в матконструкторе 1С;

Компетенции: освоение основных терминов теории вероятности, выполнение комбинированных опытов.

Количество часов: 4.

***Занятие 16***

Цель: 50/50.

Что делаем: ищем процессы которые отражают вероятностный подход.

Компетенции: освоение основ вероятности.

Количество часов: 2

Форма итоговой проверки уровня освоения программы данного образовательного модуля – публичное выступление с демонстрацией.

## Вводный модуль «Теория графов»

Вся современная логистика основана на математических методах. Где расположить склады и сервисные пункты? Как распределить товары по вагонам и грузовикам, какими маршрутами все это отправить? Сколько товара держать на складе и как часто его пополнять? Как составить расписание поездов, самолетов, большого производства и даже спортивных соревнований? По большому счету это наука о том, как оптимально организовать процессы бизнеса и производства. Сюда, безусловно, относится логистика, а также многие другие задачи, например, из области финансов или телекоммуникаций. Сложность задач оптимизации заключается в невообразимом множестве возможных решений. Чтобы продемонстрировать масштаб проблемы, давайте посмотрим на самый простой вариант расписания занятий.

Цель модуля: формирование знаний в области теории графов и решение простейших задач, умений применять знания на практике и в смежных дисциплинах.

Задачи модуля:

– образовательные: сформировать практические и теоретические знания в области теории графов и решении простейших задач, научиться работать с программными обеспечениями: математический конструктор 1С и Microsoft Office Excel;

– воспитательные: формировать научное мировоззрение, воспитывать трудолюбие и самостоятельность;

– развивающие: развивать умение видеть случайные события в окружающем мире и познавательные интересы обучающихся.

**Hard Skills** (**предметные компетенции)**:

Умение визуализировать процессы с использованием графов, поиск кратчайшего пути на графе,

Умение искать оптимальное решение транспортной задачи, численное моделирование процесса.

**Soft Skills (универсальные компетенции):**

Умение работать с информацией в свободном доступе,

Умение анализировать информацию, формулировать проблему и строить гипотезы,

Умение анализировать промежуточные результаты разработки,

Умение структурировано преподносить результаты собственной разработки,

Умение анализировать результаты других разработчиков.

***Учебно-тематический план модуля:***

Продолжительность изучения модуля «Теория графов» составляет 16 часов, режим занятий: 1 раз в неделю по 2 ч. Количество обучающихся в группе: 10-15 человек.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование темы** | **Кол-во часов** |
| **всего** | **теория** | **практика** |
| 1 | Поиск кратчайшего пути | 4 | 2 | 2 |
| 2 | Информационные задачи | 4 | 1 | 3 |
| 3 | Транспортная задача | 4 | 1 | 3 |
| 3 | Задачи массового обслуживания | 4 | 1 | 3 |

***Занятие 17***

Цель: изучить метод кратчайшего пути с использованием графов.

Что делаем: получить представление о графах, основные понятия и области применения, изучить метод кратчайшего пути на графе, исследовать найденный путь в математическом конструкторе 1С.

Компетенции: анализ промежуточных результатов разработки, эффективное обсуждение собственных и чужих идей, умение структурировать и завершить разработку.

Количество часов: 4

***Занятие 18***

Цель: изучить моделирование информационных задач.

Что делаем: уметь формализовать, рассчитывать и анализировать информационную модель в математическом конструкторе 1С.

Компетенции: анализ промежуточных результатов разработки, эффективное обсуждение собственных и чужих идей, умение структурировать и завершить разработку.

Количество часов: 4

***Занятие 19***

Цель: изучить моделирование и расчет транспортной задачи;

Что делаем: уметь формализовать, рассчитывать и анализировать транспортную модель (задачу).

Компетенции: анализ промежуточных результатов разработки, эффективное обсуждение собственных и чужих идей, умение структурировать и завершить разработку.

Количество часов: 4

***Занятие 20***

Цель: изучить моделирование задачи массового обслуживания.

Что делаем: уметь формализовать, рассчитывать и анализировать задачу массового обслуживания.

Компетенции: анализ промежуточных результатов разработки, эффективное обсуждение собственных и чужих идей, умение структурировать и завершить разработку.

Количество часов: 4

Форма итоговой проверки уровня освоения программы данного образовательного модуля – публичное выступление с демонстрацией.

# Углубленный модуль

Программа углубленного модуля предназначена для приобретения навыков математического моделирования реальных технических объектов. Также модуль служит для определения будущих интересов обучающихся (несмотря на то, что не все темы математики затрагиваются в рамках углубленного модуля, педагог в рамках дискуссий с учениками формирует целостное видение современных методов, задач и направлений исследований). Например, темы исследований:

• расчет двигателя самолета или вертолета;

• расчет обтекания крыла;

• расчет расхода топлива в зависимости от разных параметров;

• расчет времени жизни спутника от высоты и других параметров;

• исследование и расчет скорости развития болезней у животных, птиц, паразитов и т. д.

• исследование и расчет скорости размножения или вымирания популяций;

• расчет распределения температуры на разных поверхностях;

• расчет надежности технических устройств или систем.

**Целью** модуля является формирование у учащихся навыков и компетенций, необходимых для осуществления математического моделирования реальных технических процессов в проектной деятельности.

Задачи модуля:

• Формирование гибких (soft) компетенций (4К: критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация);

• Знакомство с основами математического моделирования;

• Понимание и нахождение производной;

• Понимание и нахождение интеграла;

• Изучение и постановка «Задачи Коши»;

• Изучение и формулировка «начально-краевой задачи»;

• Изучение способов вычисления дифференциальных уравнений;

• Изучение физики процесса;

• Изучение основ построения математических моделей с использованием численных методов;

• Анализ результатов на адекватность, точность, устойчивость, практичность;

• Освоение программ Wolframe Alpha, Wolframe Mathematica, Microsoft Office, Excel, MatLab, MathCad;

• Изучение методов обработки данных;

• Приобретение навыков презентации проекта в разделе математики.

|  |
| --- |
| **Углубленный модуль** |
| Разделы, занятия | Часы |
| I Производная | 8 |
| II Интеграл | 8 |
| III Линейная алгебра и аналитическая геомерия | 8 |
| IV Статистический анализ | 8 |

Оглавление

[Пояснительная записка 3](#_Toc31013681)

[Актуальность образовательной программы. 3](#_Toc31013682)

[Цель 4](#_Toc31013683)

[Задачи образовательной программы: 4](#_Toc31013684)

[Проектируемый состав образовательных модулей программы 5](#_Toc31013685)

[Используемые методы обучения 5](#_Toc31013686)

[Описание модулей программы 7](#_Toc31013687)

[Вводный модуль «Геометрия» 7](#_Toc31013688)

[Вводный модуль «Теория множеств» 9](#_Toc31013689)

[Вводный модуль «Теория вероятностей» 12](#_Toc31013690)

[Вводный модуль «Теория графов» 15](#_Toc31013691)

[Углубленный модуль 17](#_Toc31013692)

***Для преподавателей***

Обязательно для изучения

1. А.И. Сгибнев. Исследовательские задачи для начинающих. 2-е изд. , испр. и доп. – М.: МЦНМО, 2015 – 136 с.

2. А.Н. Васильев. Числовые расчеты в Excel: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014 – 608 с.

3. Решение прикладных задач с помощью табличного процессора Excel. Ахмадиев Ф.Г. , Гиззятов Р.Ф. , Габбасов Ф.Г. Казань: КГА-СУ, 2014. – 42 с.

4. Владимир Савельев. Статистика и котики. При поддержке ЦИиР Юрия Корженевского, 2017 – 89 с.

5. Нелли Литвак, Андрей Райгородский. Кому нужна математика? Понятная книга о том, как устроен цифровой мир. Москва, «Манн, Иванов и Фербер», 2017 - 192 с.

6. И.Ю. Ефимова. Компьютерное моделирование: сб. практ. работ/ И.Ю. Ефимова, Т.Н. Варфоломеева. – 2-е изд. , стер. – М.: Флинта, 2014 – 67 с.

7. В.Н. Шкляр. Планирование эксперимента и обработка результатов. Издательство томского политехнического университет, 2010. – 90 с.

8. Н.Н. Моисеев. Математика ставит эксперимент. Наука. Главная редакция физико-математической литературы, М. , 1979 – 222 с.

9. Я.Б. Зельдович, И.М. Яглом. Высшая математика для начинающих физиков и техников. М.: Наука, 1982 512 с.

10. Д. Пойа. Как решать задачу. Перевод с английского В.Г. Звонаревой и Д.Н. Белла. Под редакцией Ю.М. Гайдука. Государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, Москва, 1961 – 204 с.

11. Геометрия. 7 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений/ В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, В.В. Прасолов; под ред. В.А. Садовничего. – М.: Просвещение, 2010 – 127 с.

12. Геометрия. 8 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений/ В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, В.В. Прасолов; под ред. В.А. Садовничего. – М.: Просвещение, 2011 – 175 с.

13. Геометрия. 9 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений/ В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, В.В. Прасолов; под ред. В.А. Садовничего. – М.: Просвещение, 2012 – 143 с.

14. О.И. Мельников. Занимательные задачи по теории графов: Учеб. - метод. Пособие. – Изд-е 2-е, стереотип. – Мн. «ТеатраСистемс», 2001 – 144 с.

15. Использование Wolframe Alpha при решении математических задач: методические указания/ А.С. Маренич, Е.Е. Маренич. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016 – 37 с.

Дополнительно для изучения

Л.В. Рудикова. Microsoft Excel для студента. – СПб.: БХВ - Петербург, 2005 – 368 с.

С.В. Поршнев. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете Matlab: Учебное пособие. 2-е изд. , испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011 – 736 с.

Мартин Гардер. Математические новеллы [пер. с англ. Ю.А. Данилова]. Под ред. Я.А. Смородинского – М.: Издательство «Мир», 1974 – 456 с.

Ю. П. Шевелев. Дискретная математика, Ч. 1: Теория множеств. Булева алгебра (Автоматизированная технология обучения «Символ»): Учебное пособие. - Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2003 – 118 с.

И.В. Арнольд. Теоретическая арифметика. Государственное учебно-педагогическое издательство Москва, 1938 – 480 с.

Д. Пойа. Математика и правдоподобные рассуждения. Перевод с английского И.А. Вайнштейна. Под редакцией С.А. Яновской. Издательство «Наука», Москва, 1975 – 464 с.

Интернет ресурсы

<https://www.mccme.ru/free-books/>

<https://sites.google.com/site/prasolovskacatmoiknigi/>

<http://kvant.mccme.ru/oblozhka_djvu.htm>

<http://kvant.mccme.ru/key.htm>

<http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?option_lang=rus>

Алгоритмизация

<https://www.coursera.org/learn/algoritmizacija-vychislenij> курс по алгоритмизации вычислений

Наука о данных (Data Science)

<https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis> набор курсов по анализу данных

Математика

<https://www.coursera.org/learn/mathematics-and-python> курс математики, включающий основы математического анализа, линейной алгебры, методов оптимизации, теории вероятностей и математической статистики

Тематические web-ресурсы: сайты, группы в социальных сетях, видео каналы, симуляторы, цифровые лаборатории и т.д.