

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБЛАСТНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НОВГОРОДСКИЙ КВАНТОРИУМ»**

Утверждаю:  
Директор ГОАУ  
«Новгородский Кванториум»  
\_\_\_\_\_/Т.М. Сарычева  
«26» августа 2020 г.



**Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа  
«Практическая математика»**

Направленность: техническая  
Уровень: углублённый  
Возраст обучающихся: 13-18 лет  
Срок реализации: 34 часа

Автор-составитель:  
педагог дополнительного образования  
детей и взрослых  
Шустров Андрей Сергеевич

Великий Новгород  
2020

## Содержание

Пояснительная записка .....	3
Цель модуля.....	5
Задачи модуля .....	5
Общая характеристика программы.....	7
Планируемые результаты освоения программы... ..	8
Критерии и показатели эффективности и уровня освоения программы .....	11
Учебно-тематический план.....	12
Содержание программы.....	12
Учебно-методическое обеспечение занятий.....	15
Характеристика организационно-педагогических условий достижения планируемых результатов.....	17
Формы и методы оценки результативности.....	18
Примеры возможных тем исследований для обучающихся .....	18
Список литературы.....	20
Приложение 1.....	23
Приложение 2.....	25

## Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Практическая математика» основана на следующих нормативно правовых документах:

Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".

Приказ Министерства образования и науки РФ от 29 августа 2013 г. N 1008 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

Приказ ДОгМ № 922 от 17.12.2014 года «О мерах по развитию дополнительного образования детей».

Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726-р).

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»».

**Новизна** дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы «Практическая математика» обусловлена:

– использованием нестандартного для преподавания математики метода обучения (исследовательского), направленного на освоение обучающимися углублённых знаний по математике посредством разбора и решения научных, социально-значимых, инженерных и иных проблем;

– инновационными педагогическими технологиями в проведении занятий (в частности, образовательными комиксами) и ориентацией на проектную деятельность;



– использованием актуального программного обеспечения (далее – ПО) для моделирования исследуемых явлений.

**Актуальность** программы заключается в необходимости подготовки и воспитания гибкой, логически и критически мыслящей, грамотно выстраивающей логику рассуждений на основе объективной аргументации молодёжи, которая в студенческой и во взрослой жизни составит высокую конкуренцию на российском и мировом рынке. Кроме того, стратегическим направлением образования XXI века является проектная деятельность, в рамках которой обучающиеся самостоятельно генерируют идеи для решения социальных, научных, инженерных и другим проблем. В контексте данного социального запроса общества предмет математики является эффективным инструментом для развития у обучающихся логики, умений выявлять причинно-следственные связи, самостоятельного поиска решений задачи, адекватной оценки своей деятельности на основе полученных результатов.

**Педагогическая целесообразность** данной программы заключается в том, что она является целостной и непрерывной в течение всего процесса обучения, позволяет обучающимся шаг за шагом раскрывать в себе мыслительные, научные и творческие способности, а также самореализовываться в современной цифровой эпохе. В процессе изучения курса «Практической математики» обучающиеся разовьют навыки логического, пространственного и проектного мышления, умения строго и последовательно выстраивать причинно-следственные связи, а также познакомятся с основами высшей математики. Программа углубленного модуля позволяет приобрести навыки математического моделирования реальных технических объектов или процессов. Существует бесконечное множество задач для исследования, поэтому исследователи не ограничены конкретным (типовым) классом задач. Педагог и обучающийся имеют право выбрать наиболее интересный им раздел математики.

## Цель модуля

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

## Задачи модуля

### Предметные:

- способствовать формированию у обучающихся Soft skills (4К-компетенций);
- познакомить обучающихся с основами математического моделирования;
- способствовать развитию у обучающихся понимания и навыков нахождения производной;
- способствовать развитию у обучающихся понимания и навыков нахождения неопределённого и определенного интеграла;
- обучить навыкам решения задачи Коши;
- способствовать формированию у обучающихся навыков формулирования начально-краевой задачи о нахождении решения заданного дифференциального уравнения (системы дифференциальных уравнений);
- обучить способам вычисления дифференциальных уравнений;
- сформировать у обучающихся базовые навыки построения математических моделей с использованием численных методов;
- способствовать развитию у обучающихся аналитических способностей для оценки результатов на адекватность, точность, устойчивость, практичность;
- освоить программы Wolfram Alpha, Wolfram Mathematica, Microsoft Excel, MatLab, MathCad, языки Python, R;
- сформировать у обучающихся представление о методах обработки данных;
- способствовать развитию у обучающихся навыков презентации математического моделирования.

### Метапредметные:

- развить и расширить технический кругозор;

- развить познавательную потребность и интерес к математическим методам решения практически важных задач;
- развить навыки работы с математическим ПО;
- развить абстрактное мышление и умение систематизировать и обобщать информацию;
- развить логическое, образное и пространственное мышление;
- развить коммуникативные и административные навыки, умение работать в команде;
- развить лидерские качества;
- развить самостоятельность;
- развить умения излагать свои мысли в чётко логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;

#### **Личностные:**

- воспитать нравственно-волевые качества личности: ответственность за качество своей деятельности, терпимость, волю, целеустремлённость;
- воспитать любовь к эстетике и культуре труда;
- воспитать дружелюбие и взаимопомощь;
- воспитать мотивацию к техническому творчеству и познавательной активности;
- воспитать математическую «честность»;

#### **Отличительные особенности программы:**

- ориентация на проектную деятельность, использование кейс-метода и SCRUM-технологии в учебном процессе;
- использование направленности на развитие Soft skills;
- использование игровой технологии;
- создание условий для развития разных ролей в проектной команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с обучающимися из разных квантумов);
- направленность на развитие системного мышления;



- непрерывная рефлексия в течение всего процесса обучения;
- развитие Hard skills в области математики.

### **Общая характеристика программы**

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Практическая математика» имеет техническую направленность, уровень освоения – углублённый. Программа, разработанная *для целевой аудитории обучающихся в возрасте от 13 до 18 лет*, реализуется в течение 34 часов (2 часа в неделю). Для учета возрастных особенностей учащихся и повышения эффективности учебного процесса предусмотрено формирование нескольких групп (13-15 лет на базе общеобразовательной программы 6-9 классов и 16-18 лет на базе общеобразовательной программы 10-11 классов). Средний численный состав групп – 14 человек.

**Форма обучения:** очная.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 2 академических часа.

**Категория обучающихся:** для обучения по данной программе обучающиеся принимаются на основании приказа о переводе с базового модуля на углублённый.

**Формы организации учебной деятельности:**

- формы организации занятий: индивидуальная, групповая;
- формы проведения занятий: семинар, эвристическая беседа, «мозговой штурм», открытое занятие, дискуссия, обсуждение, мини-лекция, метод ТРИЗ, занятие-игра, практикум, презентация, конкурс, консультация.

В основу разработанной программы заложены методические рекомендации федерального тьютора по направлению «Математика», утверждённого приказом Федерального оператора (Федерального методического центра) сети детских технопарков «Кванториум» и осуществляющего общую координацию, мониторинг и контроль за реализацией данного направления.

## Планируемые результаты освоения программы

### Предметные:

- умение строить графики функции;
- умение вычислять предел функции;
- умение вычислять простейшие и более сложные производные;
- умение применять производную для исследования функций на монотонность и экстремумы;
- умение применять производную для нахождения наибольших и наименьших значений величин.
- умение решать задачи Коши;
- умение вычислять простейшие и более сложные неопределённые интегралы;
- умение вычислять площади фигур с помощью определенного интеграла;
- систематизированные теоретические и практические знания аппаратного материала векторов и действий с ними;
- систематизированные теоретические и практические знания аппаратного материала матриц и определителей 1-го, 2-го и 3-го порядка;
- систематизированные теоретические и практические знания аппаратного материала многочленов и уравнений;
- умение вычислять СЛАУ методом Гаусса, Крамера, обратной матрицы;
- умение применять метод координат на плоскости в процессе решения геометрических задач;
- умение вычислять общее, каноническое и параметрическое уравнение прямой на плоскости;
- умение применять метод координат в пространстве в процессе решения геометрических задач;
- умение вычислять общее, каноническое и параметрическое уравнение прямых и плоскостей в пространстве;



- умение выявлять и выделять закономерности, описывать их в доступной и наглядной форме;
- систематизированные теоретические и практические знания аппаратного материала дисперсии и стандартного отклонения;
- систематизированные теоретические знания понятийного аппарата статистики;
- умение находить абсолютные и относительные частоты;
- умение строить диаграммы различного типа в программе Excel;
- умение находить t-критерий Стьюдента, F-критерий равенства дисперсий Фишера, критерий Хи-квадрат Пирсона, H-критерий Краскела-Уоллеса и U-критерий Манна-Уитни;
- умение применять дисперсионный анализ;
- умение по свойствам частей делать вывод о свойствах целого, т.е. умение синтезировать результаты решения отдельных подзадач;
- навыки работы с математическими пакетами.

#### **Метапредметные:**

- формирование логического, критического, пространственного, абстрактного, проектного и творческого мышления;
- умение применять междисциплинарные теоретические и практические знаний при решении математических задач;
- углубление, расширение, анализ, систематизация и обобщение имеющихся знаний, умений и навыков, приобретённых в рамках базового модуля и на базе общеобразовательной организации;
- способности принимать активное участие в совместной деятельности;
- умение регулировать собственные учебные действия в процессе обучения;
- владение первичными навыками анализа и критичной оценки учебной информации;
- навыки публичного выступления;

- умение выразительно, чётко, логично и аргументированно высказывать свою точку зрения;
- умение выстраивать позитивные межличностные отношения с наставником и одногруппниками;
- осознание и принятие цели и задач совместной деятельности, проявлять активную позицию в отношении общего командного результата;
- умение распределять роли в совместной деятельности, основываясь на интеллектуально-личностных качествах участников группы;
- умение осуществлять взаимный контроль в совместной деятельности, оценивать собственное поведение и поведение окружающих, а также свой вклад в общее дело;
- умение проявлять готовность конструктивно и толерантно разрешать конфликтные ситуации.

#### **Личностные:**

- представление о правах и обязанностях человека в социуме;
- позитивный опыт соблюдения правил повседневного этикета, дисциплины в образовательной организации;
- ответственность за качество своей деятельности;
- способность к взаимопомощи;
- безопасное поведение в информационной среде;
- бережное и ответственное отношение к материально-техническому обеспечению;
- уважительное отношение к точке зрения и труду наставника и одногруппников;
- готовность к повышению своего образовательного уровня и продолжению обучения с использованием средств и методов информатики и информационно-коммуникационных технологий;
- способность и готовности к общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной, общественно-полезной, учебно-исследовательской, проектной и творческой деятельности;

- ответственное отношение к информации с учетом правовых и этических аспектов ее распространения;
- формирование нравственно-волевых качеств личности: ответственности, толерантности, воли и целеустремленности;
- дружелюбие и взаимопомощь;
- высокая мотивация к техническому творчеству и познавательной активности;
- воспитание математической «честности».

### **Критерии и показатели эффективности и уровня освоения программы**

Итоговая аттестация освоения программы обучающимся производится по трём уровням:

- «начальный уровень»: освоение базовых математических понятий, решение простейших математических задач, введённых в рамках данного модуля, с помощью наставника;
- «уровень освоения»: свободное оперирование основными математическими терминами и понятиями, способность самостоятельного решения простейших и более сложных математических задач, введённых в рамках модуля, поиска и исправления ошибок;
- «уровень совершенствования»: способности творческого поиска решений научных, социальных, инженерных и другим проблем с использованием математических приёмов, способность использовать теорию производных, интегралов, алгебры, аналитической геометрии и статистики для решения исследовательских задач по математике, глубокое осознание значимости роли математики в развитии системного мышления.



### Учебно-тематический план

№ п/п	Тема занятия	Трудоёмкость в часах			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Линейная и векторная алгебра	4	1	3	упражнения, практическая работа
2.	Аналитическая геометрия	4	1	3	упражнения, практическая работа
3.	Производная	8	2	6	упражнения, практическая работа
4.	Первообразная и неопределённый интеграл	4	1	3	упражнения, практическая работа
5.	Определённый интеграл	4	1	3	упражнения, практическая работа
6.	Статистический анализ	8	2	6	упражнения, практическая работа
7.	Итоговое занятие	2	-	2	публичное выступление с демонстрацией, экзамен
Итого:		34	8	26	

### Содержание программы

Задачи с практическим содержанием технической и естественно-научной направленности формулируются в виде упражнений, практических

работ и кейсов, и решаются как в классическом формате, так и с помощью SCRUM-метода в рамках проектной деятельности. Учет возрастных особенностей учащихся осуществляется за счет глубины изучения теоретического материала, подбора задач и кейсов для решения на практических занятиях с использованием ПО.

### **Тема 1: Линейная и векторная алгебра**

*Теория:* Понятийный аппарат линейной и векторной алгебры (понятия «вектор», «матрица», «определитель», «многочлен», «уравнение»). Матрицы. Определители 1-го, 2-го, 3-го порядка. Свойства определителей. Уравнения и многочлены.

*Практика:* Математические операции над векторами. Математические операции над матрицами. Вычисление СЛАУ методом Гаусса, методом Крамера, методом обратной матрицы.

### **Тема 2: Аналитическая геометрия**

*Теория:* Метод координат. Общее, канонические и параметрическое уравнение прямой на плоскости. Общее, канонические и параметрическое уравнение прямой в пространстве.

*Практика:* Решение задач по аналитической геометрии на плоскости и в пространстве.

### **Тема 3: Производная**

*Теория:* Понятие «функция», «производная». Предел функции. Таблица основных производных. Правила дифференцирования функций одной переменной. Уравнение касательной к графику функции. Экстремумы функции.

*Практика:* Вычисление предела функции. Дифференцирование функций одной переменной. Построение касательной к графику функции. Применение производной для исследования функций на монотонность и экстремумы. Применение производной для нахождения наибольших и наименьших значений величин. Решение задачи Коши.

#### **Тема 4: Первообразная и неопределенный интеграл**

*Теория:* Понятие «первообразная». Таблица основных неопределенных интегралов. Правила интегрирования функций одной переменной.

*Практика:* Вычисление неопределенных интегралов.

#### **Тема 5: Определенный интеграл**

*Теория:* Понятие «определенный интеграл». Формула Ньютона-Лейбница.

Свойства определенного интеграла.

*Практика:* Вычисление площадей фигур с помощью определенного интеграла.

#### **Тема 6: Статистический анализ**

*Теория:* Понятие «мода», «медиана», «среднее значение», «усеченное среднее», «мера центральной тенденции», «межквартильный размах», «дисперсия», «стандартное отклонение», «отклонение», «среднеквадратическое отклонение», «нормальное распределение», «выборка», «генеральная совокупность», «репрезентативность», «стандартное отклонение выборки», «полигон распределения». Средства визуализации данных. Таблицы частот. Абсолютные и относительные частоты. Типы диаграмм. Боксплот. Шкалы. t-критерий Стьюдента для несвязанных выборок. U-критерий Манна-Уитни. F-критерий равенства дисперсий Фишера. Критерий Хи-квадрат Пирсона. Таблицы сопряженности. p-уровень значимости. Основы дисперсионного анализа. H-критерий Краскела-Уоллеса.

*Практика:* Решение статистических задач.

#### **Тема 7: Итоговое занятие**

Презентация результатов эмпирического исследования по выбранной теме исследования в начале итерации. Экзаменационная работа по пройденным в течение итерации темам.



**Учебно-методическое обеспечение занятий**

<b>Тема занятия</b>	<b>Формы занятий</b>	<b>Приёмы и методы организации образовательного процесса</b>	<b>Дидактический материал</b>	<b>Техническое оснащение занятий</b>	<b>Формы подведения итогов</b>
Линейная и векторная алгебра	Лекция, практическая работа	Образовательная манга, демонстрация, дискуссия, «мозговой штурм»	Презентация	ПК, проектор, учебный класс	Коллективная рефлексия по пройденному материалу
Аналитическая геометрия	Лекция, практическая работа	Образовательная манга, демонстрация, дискуссия, «мозговой штурм»	Презентация	ПК, проектор, учебный класс	Коллективная рефлексия по пройденному материалу
Производная	Лекция, практическая работа	Образовательная манга, демонстрация, дискуссия, «мозговой штурм»	Презентация	ПК, проектор, учебный класс	Коллективная рефлексия по пройденному материалу

Первообразная и неопределенный интеграл	Лекция, практическая работа	Образовательная манга, демонстрация, дискуссия, «мозговой штурм»	Презентация	ПК, проектор, учебный класс	Коллективная рефлексия по пройденному материалу
Определенный интеграл	Лекция, практическая работа	Образовательная манга, демонстрация, дискуссия, «мозговой штурм»	Презентация	ПК, проектор, учебный класс	Коллективная рефлексия по пройденному материалу
Статистический анализ	Лекция, практическая работа	Образовательная манга, демонстрация, дискуссия, «мозговой штурм»	Презентация	ПК, проектор, учебный класс	Коллективная рефлексия по пройденному материалу
Итоговое занятие	Публичные выступления, экзамен	дискуссия, рефлексия	Оценочный лист, лист наблюдения, Экзаменационная работа	ПК, проектор, учебный класс	Защита проектов, экзамен

Рекомендованные материально-техническое и программное обеспечение программы указаны в Приложениях 1 и 2 соответственно.

### **Характеристика организационно-педагогических условий достижения планируемых результатов**

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Практическая математика» (углублённый модуль) реализуется на базе государственного областного автономного учреждения «Новгородский Кванториум».

**Управление реализацией** дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы осуществляется в учреждении через мониторинг:

- выполнение установленных программой предметных, метапредметных и личностных задач;
- соблюдения учебно-тематического плана;
- сохранности контингента обучающихся;
- качества преподавания наставника;
- эффективности учебно-воспитательного процесса;
- результативности обучающихся.

Особое внимание уделяется проведению практических занятий с использованием образовательных манг, проблемных ситуаций, заложенных в кейсах, для организации проектной деятельности учащихся.

**Контроль за реализацией** данной дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы предполагается осуществлять через проведение текущего и итогового контроля с последующими анализом и коррекцией стратегии образовательной программы.

**Анализ эффективности** учебно-воспитательной деятельности в рамках данной программы выполняется через такие организационно-педагогические формы, как: педагогические советы, совещания, собеседования.



Взаимодействие с Федеральным оператором с целью контроля за реализацией программы, непрерывного повышения квалификации и профессионального мастерства преподавателей образовательного учреждения по данному направлению регламентируется «Основными принципами создания и функционирования детских технопарков «Кванториум» и другими нормативно-правовыми актами.

### **Формы и методы оценки результативности**

При реализации программы используются три вида диагностики (входящая, текущая и итоговая), позволяющие отследить динамику развития формируемых интеллектуально-личностных качеств, Soft и Hard skills. Выбор форм и методов диагностики определяется наставником в соответствии с возрастными особенностями обучающихся.

**Входящая диагностика** осуществляется на первом занятии путём разбора типичных ошибок, допущенных при выполнении экзаменационной работы по программе вводного модуля.

**Текущая диагностика** осуществляется при освоении отдельных тем, т.е. выполняется мониторинг развитости Soft и Hard skills в ходе освоения программы и выполнения обучающимися практических заданий. Формы контроля могут быть разнообразными: игры-соревнования, защита мини-проектов, собеседование, тесты в игровой форме и т.д.

**Итоговая диагностика** проводится по результатам полного освоения образовательной программы. Формы итогового контроля: публичное выступление с демонстрацией, экзамен.

### **Примеры возможных тем исследований для обучающихся**

- расчет характеристик двигателя самолета или вертолета;
- расчет обтекания крыла;
- расчет расхода топлива в зависимости от разных параметров;

- расчет времени жизни спутника в зависимости 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.

Модуль служит для определения будущих интересов обучающихся. Несмотря на то, что не все темы математики затрагиваются в рамках углубленного модуля, педагог в ходе дискуссий с обучающимися формирует целостное видение современных методов, задач и направлений исследований. Формирует интеллектуальную базу математических исследований.

## Список литературы

1. Ф. Г. Ахмадиев, Р. Ф. Гиззятов, Ф. Г. Габбасов. Решение прикладных задач с помощью табличного процессора Excel. – Казань: КГАСУ, 2014. – 42 с.
2. В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев, В. В. Прасолов. Геометрия. 7 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений. Под ред. В. А. Садовниченко. – М.: Просвещение, 2010. – 127 с.
3. В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев, В. В. Прасолов. Геометрия. 8 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений. Под ред. В. А. Садовниченко. – М.: Просвещение, 2011. – 175 с.
4. В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев, В. В. Прасолов. Геометрия. 9 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений. Под ред. В. А. Садовниченко. – М.: Просвещение, 2012. – 143 с.
5. А. Н. Васильев. Числовые расчеты в Excel: Учебное пособие. – СПб: Издательство «Лань», 2014. – 608 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. Я. Б. Зельдович, И. М. Яглом. Высшая математика для начинающих физиков и техников. – М.: Наука, 1982. – 512 с.
8. Н. Литвак, А. М. Райгородский. Кому нужна математика? Понятная книга о том, как устроен цифровой мир. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 192 с.
9. А. С. Маренич, Е. Е. Маренич. Использование Wolfram Alpha при решении математических задач: методические указания. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 37 с.
10. О. И. Мельников. Занимательные задачи по теории графов: Учеб.-метод. пособие. – Изд-е 2-е, стереотип. – Минск: «ТеатраСистемс», 2001. – 144 с.
11. Н. Н. Моисеев. Математика ставит эксперимент. Наука. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 222 с.
12. Д. Пойа. Как решать задачу. Перевод с английского В. Г. Звонаревой и Д. Н. Белла. Под ред. Ю. М. Гайдука. М.: Государственное учебно-



педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, 1961. – 204 с.

13. В. Савельев. Статистика и котика. – М.: АСТ, 2018. – 192 с.

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

15. В. Н. Шкляр. Планирование эксперимента и обработка результатов. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 90 с.

### Дополнительная литература

1. И. В. Арнольд. Теоретическая арифметика. – М.: Государственное учебно-педагогическое издательство «Москва», 1938. – 480 с.

2. М. Гардер. Математические новеллы. Перевод с английского Ю. А. Данилова. Под ред. Я. А. Смородинского – М.: Издательство «Мир», 1974. – 456 с.

3. Х. Кодзима. Занимательная математика. Производные и интегралы / Хироюки Кодзима, Син Тогами ; пер. Анненковой Е.А. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 240 с. : ил. – (Образовательная манга). – Доп. тит. л. яп.

4. Х. Осаму. Занимательное управление проектами / Хироканэ Осаму (автор), Санукиян (худ.); пер. с яп. А. С. Слащевой. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 206 с.: ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп.

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

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

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

8. М. Сато. Занимательная математика. Дифференциальные уравнения. Манга / Сато Минору (автор), Адзума Секо (худ.); пер. с яп. С. Л. Плехановой. — М.:

ДМК Пресс, 2018. — 238 с. : ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп.

9. М. Сибуя. Занимательная математика. Анализ Фурье. Манга / Митио Сибуя (автор), Хироки Харусэ (худож.); пер. с яп. Клионского А.Б. — М.: ДМК Пресс, 2014. — 256 с.: ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп.

10. С. Такахаси. Занимательная математика. Линейная алгебра. Манга / Син Такахаси (автор), Ироха Иноуэ (худ.); пер. Т. И. Сенниковой, А. С. Слащевой. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 270 с.: ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп.

11. С. Такахаси. Занимательная статистика. Манга / Син Такахаси ; пер. с яп. Захаровой Е. А., Коги Муцуми. — М. : Додэка-XXI, 2010. — 224 с. : ил. — (Серия «Образовательная Манга»). — Доп. тит. л. яп.

12. С. Такахаси. Занимательная статистика. Регрессионный анализ. Манга. / Син Такахаси (автор), Иноуэ Ироха (худож.); пер. с яп. Клионского А. Б. — М. : ДМК Пресс, 2014. — 214 с. : ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп.

13. С. Такахаси. Занимательная статистика. Факторный анализ. Манга. / Син Такахаси (автор), Иноуэ Ироха (худож.); пер. с яп. Клионского А. Б. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 256 с. : ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп.

14. Ю. П. Шевелев. Дискретная математика, Ч. 1: Теория множеств. Булева алгебра (Автоматизированная технология обучения «Символ»): Учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2003. — 118 с.

Рекомендуемое материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование	Количество (на группу из 14 чел.)	Единица измерения
<b>Оборудование</b>			
1	Ноутбук	1	шт.
2	Экран	1	шт.
3	Проектор	1	шт.
4	Магнитно-маркерная доска	1	шт.
5	Стол (для педагога)	1	шт.
6	Стол (для учащегося)	14	шт.
7	Стул (для педагога)	1	шт.
8	Стул (для учащегося)	14	шт.
9	ПК для учащихся с сопутствующим оборудованием	14	шт.
<b>Расходные материалы</b>			
1	Бумага формата А4	1	пачка
2	Маркер	16	шт.
3	Карандаш чернографитный НВ заточенный с ластиком	20	шт.
4	Линейка 40 см пластиковая	14	шт.
5	Ножницы тупоконечные 130 мм с пластиковыми прорезиненными ручками (для младших групп)	14	шт.
6	Ножницы 210 мм с пластиковыми прорезиненными анатомическими ручками (для старших групп)	14	шт.
7	Трафарет окружностей или треугольник с окружностями	7	шт.
8	Трафарет геометрических фигур	7	шт.
9	Линейка офицерская	7	шт.
10	Набор цветного картона (10 листов)	7	уп.
11	Кнопки силовые (50 шт)	3	уп.
12	Резинка банковская универсальная 100 г	2	уп.
13	Набор Тела геометрические	4	шт.
14	Набор Цветные геометрические бусы	3	уп.
15	Набор кубиков и фишек (4 кубика и 4 фишки)	1	набор
16	Магнитный держатель для досок	32	шт.
17	Головоломка Танграм, 200*200 мм	1	шт.
18	Пластилин цветной, 16 цветов	2	уп.



19	Спички хозяйственные в упаковке по 40 шт.	20	уп.
20	Циркуль	14	шт.

**Рекомендуемое программное обеспечение (ПО) и используемые  
Интернет-ресурсы**

**Программное обеспечение:**

- Платное – MS Office, MatLab;
- Свободно распространяемое – Graphviz, Graph Online, Gephi, Cytoscape, Графоанализатор, GNU Octave.

**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/oblozhka_djvu.htm)
- <http://kvant.mccme.ru/key.htm>
- [http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?option\\_lang=rus](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-learningdata-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