

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №10 с углубленным изучением отдельных предметов**

Приложение к ООП НОО, ООО, СОО  
утверждённой приказом от 30.08.2023 №Ш-10-13-574/3

**ПРОГРАММА  
ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**«Замечательные неравенства»**

Возраст обучающихся 11 класс

Срок реализации программы 2023 - 2024 учебный год

Количество часов курса: 34 ч.

Количество часов в неделю: 1 ч.

## Пояснительная записка

**Актуальность и назначение программы.** В эпоху цифровой трансформации всех сфер человеческой деятельности невозможно стать образованным современным человеком без математической подготовки. Уже в школе математика служит опорным предметом для изучения смежных дисциплин, а после школы реальной необходимостью становится непрерывное образование, что требует полноценной общеобразовательной подготовки, в том числе и математической.

Это обусловлено тем, что в наши дни растёт число профессий, связанных с непосредственным применением математики: и в сфере экономики, и в бизнесе, и в технологических областях, и даже в гуманитарных сферах. Таким образом, круг школьников, для которых математика может стать значимым предметом, расширяется. Неравенства играют фундаментальную роль в большинстве разделов современной математики, без них не может обойтись ни физика, ни математическая статистика, ни экономика. Данный курс имеет прикладное и общеобразовательное значение, способствует развитию логического мышления учащихся, использует межпредметные связи.

**Новизной данной программы** является направленность курса на формирование математической грамотности учащихся на основе построения прямой связи между получаемыми знаниями и их практическим применением, пониманием и использованием финансовой информации на настоящий момент и в долгосрочном периоде и ориентирует на формирование ответственности у подростков за финансовые решения с учетом личной безопасности и благополучия. Запланированный данной программой для усвоения учащимися объем знаний необходим для овладения ими методами решения некоторых классов задач оптимизационного характера без применения средств дифференциального исчисления, предусматривает намеченные, но совершенно не проработанные в курсе школьной математики, вопросы. Он дополняет школьную программу по математике, позволяя учащимся пройти путь от способов доказательств несложных числовых неравенств, до обоснования «замечательных» неравенств Коши – Буняковского, Чебышева и др. Навыки в использовании этих неравенств необходимы ученику, желающему хорошо подготовиться к решению задач самого высокого уровня.

Программа курса «Замечательные неравенства» предполагает использование образовательной технологии, в основе которой лежит системно - деятельностный подход, а также применение информационно- коммуникационных технологий. Содержание программы основывается на возрастных особенностях обучающихся.

Материал курса делится на два блока. В первом блоке излагаются наиболее распространённые приёмы сравнения действительных чисел и установления истинности неравенств с переменной, а второй блок даёт учащимся представление о применении неравенств при решении оптимизационных задач. Работа учащихся по этой программе предполагает их выход либо на первый уровень – ознакомление с основными методами и приёмами получения и применения замечательных неравенств, либо на второй уровень, предполагающий усиление самостоятельной работы (в том числе и с дополнительными источниками) под руководством учителя, решение более сложных задач. Таким образом, материал может применяться для различных групп учащихся.

**Цели** реализации курса внеурочной деятельности «Замечательные неравенства»:

- изучение избранных классов неравенств с переменными;
- научное обоснование методов их получения;
- практическое применение изученного теоретического материала.

**Задачи курса:**

- рассмотреть примеры на установление истинности числовых неравенств и основные методы решения данных задач;
- рассмотреть частные случаи неравенства Коши, их обоснование и применение;
- рассмотреть метод математической индукции и его применение к доказательству неравенств;
- познакомить учащихся с неравенством Коши для произвольного числа переменных;
- доказать неравенство Коши-Буняковского и показать его применение для решения задач;

- познакомить учащихся с неравенством Чебышева и некоторыми его обобщениями;
  - развитие личности на исключительно важном этапе её социализации в старшем подростковом возрасте, становление её математической культуры;
  - освоение способов познавательной, коммуникативной, практической деятельности, необходимых для активного участия в экономической жизни общества, семьи;
  - развитие мотивации к высокопроизводительной, наукоёмкой трудовой деятельности;
- дать представление о математике как общекультурной ценности на примерах применения неравенств в математической статистике, экономике, для решения некоторых классов задач оптимизационного характера без применения средств дифференциального исчисления.

Нормативную правовую основу настоящей программы курса внеурочной деятельности «Замечательные неравенства» составляют следующие документы:

1.Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации"от 29.12.2012 № 273-ФЗ

2.Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. №413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 7 июня 2012 г. № 24480)

3.Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413» (Зарегистрирован Минюстом России 12.09.2022 № 70034).

4.Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 12.07.2023 № 74228).

#### **Варианты реализации программы и формы проведения занятий**

Программа может быть реализована в работе с обучающимися 10-11 классов. На уровень среднего общего образования – 34 часа. При проведении занятий на первое место должны выйти такие организационные формы работы, как дискуссия («Какое доказательство лучше», «Многообразие метода подстановки» и т. д.), выступления с докладами (в частности, с отчетными докладами по результатам индивидуального домашнего задания, по результатам участия в математическом марафоне и др.) или содокладами, дополняющими выступление учителя или ученика. Возможны и разные формы индивидуальной или групповой деятельности учащихся, например отчётные доклады по результатам самостоятельных «поисков» изучаемых вопросов на страницах сайтов в Интернете, книг, журналов.

Формой итогового контроля в зависимости от уровня усвоения изучаемого материала может стать: решение учеником индивидуального домашнего задания, требовавшего проведения небольшого самостоятельного математического исследования; написание реферата на предложенные учителем темы.

Программа может быть реализована в течение одного учебного года, занятия проводятся 1 раз в неделю.

#### **Взаимосвязь с программой воспитания**

Программа курса внеурочной деятельности разработана с учётом программы воспитания. Это позволяет на практике соединить обучающую и воспитательную деятельность педагога, ориентировать её не только на интеллектуальное, но и на нравственное, социальное развитие ребёнка. Это проявляется:

- в выделении в цели программы ценностных приоритетов;
- в приоритете личностных результатов реализации программы внеурочной деятельности, нашедших своё отражение и конкретизацию в программе воспитания;
- в интерактивных формах занятий для обучающихся, обеспечивающих их вовлечённость в совместную с педагогом и сверстниками деятельность.

#### **Ценностное наполнение внеурочных занятий**

Внеурочные занятия входят в общую систему воспитательной работы образовательной организации, поэтому тематика и содержание должны обеспечить реализацию их назначения и целей:

- развитие ценностного отношения обучающихся к своей Родине - России, населяющим ее людям, ее уникальной истории, богатой природе и великой культуре.
- развитие способности обучающихся применять приобретенные знания, умения и навыки для решения задач в различных сферах жизнедеятельности
- развитие ценностного отношения обучающихся к труду, как основному способу достижения жизненного благополучия и ощущения уверенности в жизни.
- интеллектуальное и общекультурное развитие обучающихся, удовлетворение их особых познавательных, культурных, оздоровительных потребностей и интересов.
- удовлетворение интересов и потребностей обучающихся в творческом и физическом развитии, помощь в самореализации, раскрытии и развитии способностей и талантов.
- развитие важных для жизни подрастающего человека социальных умений - заботиться о других и организовывать свою собственную деятельность, лидировать и подчиняться, брать на себя инициативу и нести ответственность, отстаивать свою точку зрения и принимать другие точки зрения.

### **Особенности реализации программы**

Личностное развитие ребёнка – главная цель педагога. Личностных результатов педагог может достичь, увлекая школьника совместной и интересной им обоим многообразной деятельностью, позволяющей раскрыть потенциал каждого; используя разные формы работы; устанавливая во время занятий доброжелательную, поддерживающую атмосферу; насыщая занятия ценностным содержанием. Задача педагога дать возможность школьнику анализировать, сравнивать и выбирать.

Программа курса внеурочной деятельности «Замечательные неравенства» позволяет реализовать межпредметные связи с учебными предметами, «Физика», «Математика», «Информатика».

### **Содержание курса внеурочной деятельности «Замечательные неравенства»**

#### **1. Числовые неравенства и их свойства**

Понятие положительного и отрицательного числа, число нуль. Основные законы сложения и умножения действительных чисел. Свойства суммы и произведения положительных чисел. Понятие «больше» для действительных чисел, его геометрическая интерпретация и свойства. Понятия «меньше», «не больше», «не меньше» для действительных чисел и их свойства. Числовые неравенства.

#### **2. Основные методы установления истинности числовых неравенств с переменными.**

Сравнение двух чисел – значений числовых выражений « по определению», путём сравнения их отношения с единицей, путём сравнения их степеней, путём сравнения их с промежуточными числами ( числом), метод введения вспомогательной функции, метод использования «замечательных» неравенств.

#### **3. Основные методы решения задач на установление истинности неравенств с переменными.**

Частные случаи неравенства Коши, их обоснование и применение. Неравенство-следствие. Равносильные неравенства. Равносильные задачи на доказательство или опровержение неравенств. Методы установление истинности неравенств с переменными: метод «от противного», метод анализа, метод усиления и ослабления, метод подстановки, метод использования тождеств, метод введения вспомогательных функций, метод понижения степеней выражений, образующих левую и правую части неравенств.

#### **4. Метод математической индукции и его применение к доказательству неравенств. Неравенство Коши для произвольного числа переменных.**

Индукция вообще и в математике в частности. Система аксиом Дж. Пеано. Схема применения принципа математической индукции. Некоторые модификации метода математической индукции. Две теоремы о сравнении соответствующих членов двух последовательностей с помощью сравнения разности или отношения двух соседних членов одной последовательности с разностью или отношением двух членов другой последовательности. Примеры. Неравенство Коши для произвольного числа переменных. Некоторые неравенства, эквивалентные неравенству Коши.

## **5. Неравенство Коши-Буняковского и его применение для решения задач.**

Формулировка и обоснование теоремы, устанавливающей соотношение Коши-Буняковского и дающая критерий реализации этого соотношения в варианте равенства. Геометрическая интерпретация неравенства Коши-Буняковского. Векторный вариант записи этого неравенства.

## **6. Неравенства подсказывают методы их обоснования.**

Метод Штурма. Использование симметричности, однородности цикличности левой и правой частей неравенств. Геометрические неравенства, устанавливающие соотношения между длинами сторон треугольника.

## **7. Средние степенные величины.**

Средние величины в школьном курсе математики, физики. Многообразие «средних». Среднее арифметическое, среднее геометрическое и соотношение между ними в случае двух параметров. Геометрическая интерпретация. Четыре средние линии трапеции.

## **8. Неравенство Чебышева и некоторые его обобщения.**

Неравенство Чебышева: простейший вариант и его обобщение, порожденное понятием одномонотонной последовательности. Неравенства, обобщающие как неравенство Чебышева, так и неравенство Коши-Буняковского.

## **9. Генераторы замечательных неравенств.**

Свойства квадратичной функции – источник простейших неравенств. Неравенство треугольника. Свойства одномонотонных последовательностей – источник замечательных неравенств. Неравенство Иенсона.

## **10. Применение неравенств.**

Задача Дидоны (упрощенный вариант) и другие задачи на оптимизацию. Поиск наибольшего и наименьшего значений функции с помощью замечательных неравенств.

**Планируемые результаты освоения курса внеурочной деятельности «Замечательные неравенства»**

### **Личностные результаты**

**Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя:**

– ориентация обучающихся на достижение личного счастья, реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;

– готовность и способность обеспечить себе и своим близким достойную жизнь в процессе самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;

– готовность и способность обучающихся к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, готовность и способность вырабатывать собственную позицию по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны;

– готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества, потребность в физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью;

– принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собственному физическому и психологическому здоровью;

– неприятие вредных привычек: курения, употребления алкоголя, наркотиков.

**Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к России как к Родине (Отечеству):**

– российская идентичность, способность к осознанию российской идентичности в поликультурном социуме, чувство причастности к историко-культурной общности русского народа и судьбе России, патриотизм, готовность к служению Отечеству, его защите;

– уважение к своему народу, чувство ответственности перед Родиной, гордости за свой

край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России, уважение к государственным символам (герб, флаг, гимн);

– формирование уважения к русскому языку как государственному языку Российской Федерации, являющемуся основой российской идентичности и главным фактором национального самоопределения;

– воспитание уважения к культуре, языкам, традициям и обычаям народов, проживающих в Российской Федерации.

### **Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к закону, государству и к гражданскому обществу:**

– гражданственность, гражданская позиция активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности, готового к участию в общественной жизни;

– признание неотчуждаемости основных прав и свобод человека, которые принадлежат каждому от рождения, готовность к осуществлению собственных прав и свобод без нарушения прав и свобод других лиц, готовность отстаивать собственные права и свободы человека и гражданина согласно общепризнанным принципам и нормам международного права и в соответствии с Конституцией Российской Федерации, правовая и политическая грамотность;

– мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики, основанное на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;

– интериоризация ценностей демократии и социальной солидарности, готовность к договорному регулированию отношений в группе или социальной организации;

– готовность обучающихся к конструктивному участию в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах общественной самоорганизации, самоуправления, общественно значимой деятельности;

– приверженность идеям интернационализма, дружбы, равенства, взаимопомощи народов; воспитание уважительного отношения к национальному достоинству людей, их чувствам, религиозным убеждениям;

– готовность обучающихся противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии; коррупции; дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам и другим негативным социальным явлениям.

### **Личностные результаты в сфере отношений обучающихся с окружающими людьми:**

– нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей, толерантного сознания и поведения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нём взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения;

– принятие гуманистических ценностей, осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению;

– способность к сопереживанию и формирование позитивного отношения к людям, в том числе к лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам; бережное, ответственное и компетентное отношение к физическому и психологическому здоровью других людей, умение оказывать первую помощь;

– формирование выраженной в поведении нравственной позиции, в том числе способности к сознательному выбору добра, нравственного сознания и поведения на основе усвоения общечеловеческих ценностей и нравственных чувств (чести, долга, справедливости, милосердия и дружелюбия);

– развитие компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно - исследовательской, проектной и других видах деятельности.

### **Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к окружающему миру, живой природе, художественной культуре:**

—мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимости науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;

—готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

—экологическая культура, бережные отношения к родной земле, природным богатствам России и мира; понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответственность за состояние природных ресурсов; умения и навыки разумного природопользования, нетерпимое отношение к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

—эстетические отношения к миру, готовность к эстетическому обустройству собственного быта.

### **Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к семье и родителям, в том числе подготовка к семейной жизни:**

—ответственное отношение к созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни;

—положительный образ семьи, родительства (отцовства и материнства), интериоризация традиционных семейных ценностей.

### **Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений:**

—уважение ко всем формам собственности, готовность к защите своей собственности, осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов;

—готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;

—потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности;

—готовность к самообслуживанию, включая обучение и выполнение домашних обязанностей.

### **Личностные результаты в сфере физического, психологического, социального и академического благополучия обучающихся:**

—физическое, эмоционально-психологическое, социальное благополучие обучающихся в жизни образовательной организации, ощущение детьми безопасности и психологического комфорта, информационной безопасности.

#### **Метапредметные результаты**

##### *1. Регулятивные универсальные учебные действия:*

—самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;

—оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;

—ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

—оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;

—выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;

–организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;

–сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

## 2. *Познавательные универсальные учебные действия:*

–искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;

–критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;

–использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;

–находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;

–выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;

–выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;

–менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

## 3. *Коммуникативные универсальные учебные действия:*

–осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за её пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;

–при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т. д.);

–координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

–развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;

–распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

### **Предметные результаты**

- иметь ясное представление о положительных, отрицательных числах и о числе нуль, а также свойствах, связанных с операциями арифметического сложения и умножения действительных чисел;

- знать и уметь использовать понятия «не больше» и «не меньше» для действительных чисел, применять такие свойства ряда элементарных функций, как возрастание и убывание, свойства числовых неравенств;

- уметь применять переходы к сравнению дополнений до единицы и к сравнению расстояний до ближайшего целого числа, а также переход к алгебраическим выражениям;

- знать и уметь использовать для сравнения значений числовых выражений свойство монотонности степенной функции;

- знать неравенство Коши и уметь применять его для решения задач;

- владеть понятиями неравенство с переменными, решение неравенства, неравенство-следствие, система неравенств, совокупность неравенств, выполнять геометрическую интерпретацию понятий;

- применять такие методы установления истинности неравенств, как метод синтеза и метод анализа, метод «от противного» и метод использования тождеств;

- уметь доказывать неравенство Коши для трёх и четырёх переменных, применять неравенство Коши для обоснования неравенств с переменными;



- знать метод перебора всех вариантов и уметь применять его при доказательстве неравенств с переменными;
- иметь представление о системе аксиом Пеано; наизусть знать аксиому математической индукции;
- иметь представление о нескольких вариантах метода математической индукции и уметь их использовать при решении задач;
- знать и уметь доказывать неравенство Коши-Буняковского двумя способами (методом вспомогательной функции и с помощью тождества Лагранжа); уметь применять неравенство при решении задач;
- иметь ясное представление о методе Штурма доказательства неравенств с переменными;
- знать определение симметрической функции и симметрического неравенства; уметь использовать для доказательства неравенства его симметричность;
- знать общее определение средней величины произвольного конечного числа действительных чисел; иметь представление о применении в физике средних величин;
- знать и уметь использовать среднее арифметическое взвешенное при решении задач;
- знать и уметь доказывать теорему о соотношении между четырьмя средними в случае двух переменных;
- знать неравенство Чебышева, его доказательство и простейшие обобщения, уметь применять в решении задач;
- знать и уметь использовать основные свойства линейной и квадратичной функций для обоснования и получения неравенств с переменными;
- знать неравенство треугольника и теорему косинусов и уметь использовать их для обоснования и получения неравенств.

## Тематическое планирование

11 класс

№ п/ п	Раздел, тема урока	Основное содержание	Характеристик деятельности учащихся
<b>1.</b>	<b>Часть I . Замечательные неравенства ( 13 часов)</b>		
1.1	Числовые неравенства и их свойства	Свойства числовых неравенств	Уметь применять на практике свойства числовых неравенств
1.2	Основные методы установления истинности числовых неравенств. Основные методы решения задач на установление истинности неравенств с переменными	Методы установления истинности числовых неравенств. Основные методы решения задач на установление истинности неравенств с переменными	Используя свойства числовых неравенств определять истинность числовых неравенств, аргументируя свои действия
1.3	Частные случаи неравенства Коши	Частные случаи неравенства Коши	Знать частные случаи неравенства Коши
1.4	Метод математической индукции и его применение к доказательству неравенств	Метод математической индукции и его применение к доказательству неравенств	Применять на практике метод математической индукции
1.5	Неравенство Коши для произвольного числа переменных. Неравенство Коши – Буняковского и его применение к решению задач	Неравенство Коши для произвольного числа переменных. Неравенство Коши – Буняковского и его применение к решению задач	Знать определение Неравенства Коши для произвольного числа переменных. Уметь применять Неравенство Коши – Буняковского к решению задач
<b>2.</b>	<b>Часть II . Средние величины, их свойства и применение ( 21 час)</b>		
2.1	Средние арифметическое, геометрическое, гармоническое и квадратическое и соотношения между ними. Геометрические интерпретации. Среднее арифметико-геометрическое Гаусса и	Средние арифметическое, геометрическое, гармоническое и квадратическое и соотношения между ними. Геометрические интерпретации. Среднее	Знать средние арифметическое, геометрическое, гармоническое и квадратическое и соотношения между ними. Уметь выполнять

	среднеарифметико-гармоническое. Средние степенные и средние взвешенные степенные	арифметико-геометрическое Гаусса и среднеарифметико-гармоническое. Средние степенные и средние взвешенные степенные	геометрические интерпретации
2.2	Неравенство Чебышева	Определение неравенства Чебышева, его следствия	Знать определение неравенства Чебышева, его следствия; уметь применять его на практике
2.3	Свойства квадратичной функции, геометрические модели. Свойства одномонотонных последовательностей источник замечательных неравенств	Свойства квадратичной функции, геометрические модели. Свойства одномонотонных последовательностей	Знать и понимать свойства квадратичной функции, свойства одномонотонных последовательностей. Применять знания на геометрических моделях
2.4	Неравенство Иенсона. Исследование функций на выпуклость и вогнутость средствами математического анализа. Неравенство Коши-Гельдера и неравенство Минковского	Неравенство Иенсона. Исследование функций на выпуклость и вогнутость средствами математического анализа. Неравенство Коши-Гельдера и неравенство Минковского	Знать и понимать неравенство Иенсона. Уметь исследовать функции на выпуклость и вогнутость средствами математического анализа
3	<b>Практикум, проектная деятельность</b>		Защита проектов

## Поурочное планирование

11А класс

№ п/п	Тема урока	Количество часов	Дата план	Дата факт	Форма проведения занятия	Форма контроля
	<b>Часть I . Замечательные неравенства</b>	13				
1	Числовые неравенства и их свойства	1			Беседа	Анкетирование
2	Основные методы установления истинности числовых неравенств	1			Лекция	Опрос
3	Основные методы установления истинности числовых неравенств	1			Практикум	Опрос
4	Основные методы решения задач на установление истинности неравенств с переменными.	1			Лекция	Опрос
5	Основные методы решения задач на установление истинности неравенств с переменными.	1			Семинар	Тест
6	Частные случаи неравенства Коши	1			Семинар	Тест
7	Частные случаи неравенства Коши	1			Семинар	Опрос
8	Метод математической индукции и его применение к доказательству неравенств	1			Подготовить доклад	Рецензирование докладов учащихся
9	Метод математической индукции и его применение к доказательству неравенств	1			Семинар	Опрос
10	Неравенство Коши для произвольного числа переменных	1			Деловая игра	Опрос
11	Неравенство Коши для произвольного числа переменных	1			Беседа	Опрос
12	Неравенство Коши – Буняковского и его применение к решению задач	1			Математический марафон	Опрос
13	Неравенства подсказывают методы их обоснования	1			Блиц-опросы	Опрос
	<b>Часть II . Средние величины, их свойства и применение</b>	21				
14	Средние арифметическое, геометрическое, гармоническое и квадратическое и соотношения	1			Подготовить доклад	Рецензирование докладов

	между ними					учащихся
15	Применение неравенств. Геометрические интерпретации	1			Математический марафон	Контроль участия в марафоне
16	Среднее арифметико-геометрическое Гаусса и среднее арифметико-гармоническое	1			Подготовить доклад	Рецензия на ответы
17	Среднее арифметическое взвешенное и его свойства	1			Викторина	Опрос
18	Средние степенные и средние взвешенные степенные	1			Блиц-опросы	Опрос
19	Средние степенные и средние взвешенные степенные	1			Математический марафон	Тест
20	Неравенство Чебышева	1			Подготовка доклада	Опрос
21	Свойства квадратичной функции, геометрические модели	1			Подготовить доклад	Опрос
22	Свойства квадратичной функции, геометрические модели	1			Беседа	Опрос
23	Свойства одномонотонных последовательностей	1			Деловая игра	Опрос
24	Свойства одномонотонных последовательностей	1			Викторина	Опрос
25	Неравенство Иенсона	1			Видео-лекция	Анкетирование
26	Неравенство Иенсона	1			Семинар	Тест
27	Исследование функций на выпуклость и вогнутость средствами математического анализа	1			Лекция	Опрос
28	Исследование функций на выпуклость и вогнутость средствами математического анализа	1			Практикум	Опрос
29	Неравенство Коши-Гельдера и неравенство Минковского	1			Практикум	Опрос
30	Неравенства в математической статистике и экономике. Задачи оптимизацию	1			Практикум	Тест
31	Неравенства в математической статистике и экономике. Задачи оптимизацию	1			Практикум	Тест
32	Поиск наибольших и наименьших значений функций спомощью замечательных неравенств	1			Семинар	Тест
33	Защита проектов по теме «Неравенства»	1			Защита проектов	Проект
34	Итоговое повторение	1			Беседа	Анкетирование

## Оценочный материал

Текущий контроль систематическая проверка достижений обучающихся, проводимая педагогом в ходе осуществления образовательной деятельности в соответствии программой курса внеурочной деятельности.

Текущий контроль проводится с целью систематического контроля уровня усвоения материала, прочности формируемых предметных знаний, умений, приобретения универсальных учебных действий, а также носит мотивационный характер.

Формы текущего контроля: анкетирование, тестирование, опрос.

Промежуточная аттестация проводится с целью определения качества освоения обучающимися программ курсов внеурочной деятельности.

Форма промежуточной аттестации: практическая работа, защита проекта.

## Учебно-методическое обеспечение

Методический материал для учителя

### Основная литература :

- Гомонов С.А. Замечательные неравенства: способы получения и примеры применения. 10-11 классы. Элективные курсы. Учебное пособие для профильных классов общеобразовательных учреждений.- М.: Мнемозина, 2020.- 254 с.
- Гомонов С.А. Замечательные неравенства: способы получения и примеры применения. 10-11 классы. Методические рекомендации.- М.: Мнемозина, 2019. – 159 с.
- Элективные курсы в профильном обучении под редакцией А.Г.Каспржака. Образовательная область «Математика». Министерство образования РФ.- Национальный фонд подготовки кадров.- М.: Вита-Пресс, 2021. – 159 с.

### Дополнительная литература:

- Монахов В.М. и др. Методы оптимизации. Применение математических методов в экономике: Пособие для учителей. М.: Просвещение, 2020.- 143 с.
- Петров В.А.. Прикладные задачи на уроках математике. Смоленск: Изд-во СГПУ, 2021. – 78 с.
- Седрабян Н.М., Авоян А.М. Неравенства. Методы доказательства. М.: Физматлит, 2021.- 156 с.

## Цифровые образовательные ресурсы и ресурсы сети интернет

1. Российское образование (федеральный портал) <http://www.edu.ru/>.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>.
3. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов: <http://fcior.edu.ru/>
3. Открытый класс. База данных цифровых образовательных ресурсов и учебных материалов пользователей [http://www.openclass.ru/dig\\_resources](http://www.openclass.ru/dig_resources)
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>

## Материально-техническое обеспечение

1. Мультимедийная доска
2. Персональный компьютер
3. Мультимедийный проектор