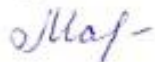


Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение города  
Новосибирска  
«Лицей №22 «Надежда Сибири»  
Главный корпус на Советской: г. Новосибирск, ул. Советская, 63, тел. 222-35-15,  
e-mail: l\_22@edu54.ru  
Корпус 99 на Чаплыгина: г. Новосибирск, ул. Чаплыгина, 59, тел. 223-74-15

|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>РАССМОТРЕНО</b><br>на заседании кафедры математического<br>образования, протокол № 1 от 19.08.2025<br> Максупова С.Н. | <b>СОГЛАСОВАНО</b><br>Протокол № 3 от 29.08.2025<br>Заместитель директора<br> Н.А. Дашилова |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**учебного курса «Алгебра и начала математического анализа»**  
для обучающихся 10 - 11 классов  
(уровень среднего общего образования)

Разработчик:

Максунова С.Н., учитель ВКК

Рябова М.С., учитель ВКК

## **1. Пояснительная записка**

### **Общая характеристика учебного предмета**

Рабочая программа учебного предмета «Алгебра и начала математического анализа» углубленного уровня для обучающихся 10 - 11 классов разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, с учётом современных мировых требований, предъявляемых к математическому образованию, и традиций российского образования. Реализация программы обеспечивает овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу для саморазвития и непрерывного образования, целостность общекультурного, личностного и познавательного развития личности обучающихся.

Учебный курс «Алгебра и начала математического анализа» является одним из наиболее значимых в программе среднего общего образования, поскольку, с одной стороны, он обеспечивает инструментальную базу для изучения всех естественно-научных курсов, а с другой стороны, формирует логическое и абстрактное мышление обучающихся на уровне, необходимом для освоения информатики, обществознания, истории, словесности и других дисциплин. В рамках данного учебного курса обучающиеся овладевают универсальным языком современной науки, которая формулирует свои достижения в математической форме.

Учебный курс алгебры и начал математического анализа закладывает основу для успешного овладения законами физики, химии, биологии, понимания основных тенденций развития экономики и общественной жизни, позволяет ориентироваться в современных цифровых и компьютерных технологиях, уверенно использовать их для дальнейшего образования и в повседневной жизни. В то же время овладение абстрактными и логически строгими конструкциями алгебры и математического анализа развивает умение находить закономерности, обосновывать истинность, доказывать утверждения с помощью индукции и рассуждать дедуктивно, использовать обобщение и конкретизацию, абстрагирование и аналогию, формирует креативное и критическое мышление.

В ходе изучения учебного курса «Алгебра и начала математического анализа» обучающиеся получают новый опыт решения прикладных задач, самостоятельного построения математических моделей реальных ситуаций, интерпретации полученных решений, знакомятся с примерами математических закономерностей в природе, науке и искусстве, с выдающимися математическими открытиями и их авторами.

Учебный курс обладает значительным воспитательным потенциалом, который реализуется как через учебный материал, способствующий формированию научного мировоззрения, так и через специфику учебной деятельности, требующей продолжительной концентрации внимания, самостоятельности, аккуратности и ответственности за полученный результат.

В основе методики обучения алгебре и началам математического анализа лежит деятельностный принцип обучения.

В структуре учебного курса «Алгебра и начала математического анализа» выделены следующие содержательно-методические линии: «Числа и вычисления», «Функции и графики», «Уравнения и неравенства», «Начала математического анализа», «Множества и логика». Все основные содержательно-методические линии изучаются на протяжении двух лет обучения на уровне среднего общего образования, естественно дополняя друг друга и постепенно насыщаясь новыми темами и разделами. Данный учебный курс является интегративным, поскольку объединяет в себе содержание нескольких математических дисциплин, таких как алгебра, тригонометрия, математический анализ, теория множеств, математическая логика и другие. По мере того как обучающиеся овладевают всё более широким математическим аппаратом, у них последовательно формируется и совершенствуется умение строить математическую модель реальной ситуации, применять знания, полученные при изучении учебного курса, для решения самостоятельно сформулированной математической задачи, а затем интерпретировать свой ответ.

Содержательно-методическая линия «Числа и вычисления» завершает формирование навыков использования действительных чисел, которое было начато на уровне основного общего образования. На уровне среднего общего образования особое внимание уделяется формированию навыков рациональных вычислений, включающих в себя использование различных форм записи числа, умение делать прикидку, выполнять приближённые вычисления, оценивать числовые выражения, работать с математическими константами. Знакомые обучающимся множества натуральных, целых, рациональных и действительных чисел дополняются множеством комплексных чисел. В каждом из этих множеств рассматриваются свойственные ему специфические задачи и операции: деление нацело, оперирование остатками на множестве целых чисел, особые свойства рациональных и иррациональных чисел, арифметические операции, а также извлечение корня натуральной степени на множестве комплексных чисел. Благодаря последовательному расширению круга используемых чисел и знакомству с возможностями их применения для решения различных задач формируется представление о единстве математики как науки и её роли в построении моделей реального мира, широко используются обобщение и конкретизация.

Линия «Уравнения и неравенства» реализуется на протяжении всего обучения на уровне среднего общего образования, поскольку в каждом разделе Программы предусмотрено решение соответствующих задач. В результате обучающиеся овладевают различными методами решения рациональных, иррациональных, показательных, логарифмических и тригонометрических уравнений, неравенств и систем, а также задач, содержащих параметры. Полученные умения широко используются при исследовании функций с помощью производной, при решении прикладных задач и задач на нахождение наибольших и наименьших значений функции. Данная содержательная линия включает в себя также формирование умений выполнять расчёты по формулам, преобразования рациональных, иррациональных и тригонометрических выражений, а также выражений, содержащих степени и логарифмы. Благодаря изучению алгебраического материала происходит дальнейшее развитие алгоритмического и абстрактного мышления обучающихся, формируются навыки дедуктивных рассуждений, работы с символьными формами, представления закономерностей и зависимостей в виде равенств и неравенств. Алгебра предлагает эффективные инструменты для решения практических и естественно-научных задач, наглядно демонстрирует свои возможности как языка науки.

Содержательно-методическая линия «Функции и графики» тесно переплетается с другими линиями учебного курса, поскольку в каком-то смысле задаёт последовательность изучения материала. Изучение степенной, показательной, логарифмической и тригонометрических функций, их свойств и графиков, использование функций для решения задач из других учебных предметов и реальной жизни тесно связано как с математическим анализом, так и с решением уравнений и неравенств. При этом большое внимание уделяется формированию умения выражать формулами зависимости между различными величинами, исследовать полученные функции, строить их графики. Материал этой содержательной линии нацелен на развитие умений и навыков, позволяющих выражать зависимости между величинами в различной форме: аналитической, графической и словесной. Его изучение способствует развитию алгоритмического мышления, способности к обобщению и конкретизации, использованию аналогий.

Содержательная линия «Начала математического анализа» позволяет существенно расширить круг как математических, так и прикладных задач, доступных обучающимся, так как у них появляется возможность строить графики сложных функций, определять их наибольшие и наименьшие значения, вычислять площади фигур и объёмы тел, находить скорости и ускорения процессов. Данная содержательная линия открывает новые возможности построения математических моделей реальных ситуаций, позволяет находить наилучшее решение в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах. Знакомство с основами

математического анализа способствует развитию абстрактного, формально-логического и креативного мышления, формированию умений распознавать проявления законов математики в науке, технике и искусстве. Обучающиеся узнают о выдающихся результатах, полученных в ходе развития математики как науки, и об их авторах.

Содержательно-методическая линия «Множества и логика» включает в себя элементы теории множеств и математической логики. Теоретико-множественные представления пронизывают весь курс школьной математики и предлагают наиболее универсальный язык, объединяющий все разделы математики и её приложений, они связывают разные математические дисциплины и их приложения в единое целое. Поэтому важно дать возможность обучающемуся понимать теоретико-множественный язык современной математики и использовать его для выражения своих мыслей. Другим важным признаком математики как науки следует признать свойственную ей строгость обоснований и следование определённым правилам построения доказательств. Знакомство с элементами математической логики способствует развитию логического мышления обучающихся, позволяет им строить свои рассуждения на основе логических правил, формирует навыки критического мышления.

В учебном курсе «Алгебра и начала математического анализа» присутствуют основы математического моделирования, которые призваны способствовать формированию навыков построения моделей реальных ситуаций, исследования этих моделей с помощью аппарата алгебры и математического анализа, интерпретации полученных результатов. Такие задания вплетены в каждый из разделов программы, поскольку весь материал учебного курса широко используется для решения прикладных задач. При решении реальных практических задач обучающиеся развивают наблюдательность, умение находить закономерности, абстрагироваться, использовать аналогию, обобщать и конкретизировать проблему. Деятельность по формированию навыков решения прикладных задач организуется в процессе изучения всех тем учебного курса «Алгебра и начала математического анализа».

#### **Особенности классов**

Учебный курс изучается в течение двух лет в классах инженерного профиля.

#### **Место предмета в учебном плане лица**

На изучение учебного курса «Алгебра и начала математического анализа» отводится 215 часов: в 10 классе – 165 часов (5,48 часа в неделю), в 11 классе – 159 часов (5,3 часа в неделю). Реализуется за счет обязательной части учебного плана и части, формируемой участниками образовательных отношений. Уровень изучения предмета - углубленный

Программа реализуется в 2025-2027 году.

| Учебный год | Количество часов |          |
|-------------|------------------|----------|
|             | 10 класс         | 11 класс |
| 2025/2026   | 165              |          |
| 2026/2027   |                  | 165      |

К тематическому планированию применяется модульный принцип построения образовательной программы, выделяются следующие модули: теория элементарных функций, уравнения, неравенства и их конструкции, тригонометрия, начала математического анализа, расширение понятия числа: комплексные числа, теория чисел, нестандартные методы решения уравнений, неравенств и их конструкций. Модульный принцип оценивания результатов образовательной деятельности по предмету позволяет выстраивать индивидуальную

образовательную траекторию и обеспечивать саморазвитие при индивидуальном темпе работы с учебным материалом, контроль и самоконтроль знаний.

### **Используемые образовательные технологии, в том числе дистанционные**

Обучение алгебре и началам математического анализа может осуществляться с использованием дистанционных образовательных технологий (далее ДОТ), которое предполагает изучение учебного материала обучающимися как при опосредованном взаимодействии с учителем через образовательные платформы, так и при непосредственном взаимодействии с учителем. При применении ДОТ используются платформы: лицейская платформа дистанционного обучения Moodle, ФГИС «Моя школа», ГИС «Электронная школа» Новосибирской области, Сферум.

При обучении алгебре и началам математического анализа на уровне среднего общего образования используются следующие технологии:

- технологии уровневой дифференциации – это организация учебной деятельности учащихся по условным микрогруппам, члены которых близки (сходны) по способностям, интересам, навыкам и умениям в изучении учебного материала, а иногда по психическому состоянию. Используется дифференциация по объему учебного материала; по уровню сложности учебных заданий; по характеру помощи и степени самостоятельности учащихся.
- групповые и коллективные технологии - технологии обучения, при которых ведущей формой учебно-познавательной деятельности учащихся является групповая. При групповой форме деятельности класс делится на группы для решения конкретных учебных задач, каждая группа получает определенное задание (либо одинаковое, либо дифференцированное) и выполняет его сообщая под непосредственным руководством лидера группы или учителя.
- информационно-коммуникационные технологии, которые предполагают самостоятельное обучение с отсутствием или отрицанием деятельности учителя; частичную замену (фрагментарное, выборочное использование дополнительного материала); использование тренировочных программ; использование компьютера для вычислений, построения графиков; использование информационно-справочных программ. Используются мультимедийные сценарии уроков; проверка знаний на уроке и дома (самостоятельные работы, математические диктанты, контрольные и самостоятельные работы, онлайн тесты); платформы для подготовки к ЕГЭ.
- проблемное обучение - это современная технология образования или подход к организации учебно-воспитательного процесса, основанный на постановке проблемной ситуации, требующей от учащихся её самостоятельного решения. Использование данного типа обучения нацелено на развитие познавательной активности учащихся и навыков самостоятельной деятельности. Учащимся не даётся информация в готовом виде. Знания им необходимо добывать, используя для этого свой опыт деятельности, творческий потенциал, ранее усвоенные знания.

При реализации рабочей программы могут быть использованы материалы для подготовки к профилям олимпиады КД НТИ и стандартов Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству «Профессионалы».

### **Информация о промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация осуществляется по окончании учебного модуля с целью проверки степени и качества усвоения материала по результатам изучения тематических модулей и проводится в форме письменных контрольных работ и защиты проектов.

Текущий контроль осуществляется с целью проверки степени и качества усвоения материала в ходе его изучения в следующих формах: самостоятельные и проверочные работы.

Текущий контроль и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с «Положением об осуществлении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, их формах, периодичности и порядке проведения муниципального автономного общеобразовательного учреждения города Новосибирска «Лицей № 22 «Надежда Сибири» (протокол педагогического совета №1 от 29.08.2023 с изменениями от 22.05.2025).

Итоговая аттестация проводится в соответствии с законодательством РФ.

**Промежуточная аттестация  
по теории элементарных функций в 10 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b>            | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>    |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| МР № 1             | Степенная и показательная функции | 27                               | 27                    | Контрольная работа |
| МР № 2             | Логарифмическая функция           | 18                               | 45                    | Контрольная работа |

**Промежуточная аттестация  
по тригонометрии в 10 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b>                                                     | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| МР № 1             | Тригонометрические функции                                                 | 14                               | 14                    | Устный зачет       |
| МР № 2             | Соотношения между тригонометрическими функциями одного и того же аргумента | 16                               | 30                    | Контрольная работа |

**Промежуточная аттестация  
по уравнениям, неравенствам и их конструкциям в 10 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b>                  | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>    |
|--------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| МР № 1             | Простейшие тригонометрические уравнения | 9                                | 9                     | Устный зачет       |
| МР № 2             | Тригонометрические уравнения            | 9                                | 18                    | Контрольная работа |

**Промежуточная аттестация  
по началам математического анализа в 10 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b>                                      | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>                  |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| МР № 1             | Понятие производной                                         | 20                               | 20                    | Контрольная работа               |
| МР №2              | Решение задач из различных областей науки и реальной жизни. | 3                                | 23                    | Контрольная работа в формате ЕГЭ |

**Промежуточная аттестация  
по теории чисел в 10 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b>         | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>    |
|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| МР № 1             | Множество действительных чисел | 16                               | 16                    | Контрольная работа |

**Промежуточная аттестация  
по нестандартным методам решения уравнений, неравенств и их конструкций в 10 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b>                                  | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>    |
|--------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| МР № 1             | Элементы линейной алгебры                               | 15                               | 15                    | Контрольная работа |
| МР №2              | Показательные и логарифмические уравнения и неравенства | 18                               | 33                    | Контрольная работа |

**Промежуточная аттестация  
по началам математического анализа в 11 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b>                     | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>    |
|--------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| МР № 1             | Исследование функции с помощью производной | 19                               | 19                    | Контрольная работа |
| МР №2              | Первообразная и интеграл                   | 15                               | 34                    | Контрольная работа |

**Промежуточная аттестация  
по уравнениям, неравенствам и их конструкциям в 11 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b>                                                           | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| МР № 1             | Тригонометрические неравенства                                                   | 16                               | 16                    | Контрольная работа |
| МР №2              | Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства                      | 26                               | 42                    | Контрольная работа |
| МР №3              | Системы рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических неравенств | 14                               | 56                    | Контрольная работа |

**Промежуточная аттестация  
по расширению понятия числа в 11 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b> | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b>    |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| МР № 1             | Комплексные числа      | 15                               | 15                    | Контрольная работа |

**Промежуточная аттестация  
по нестандартным методам решения уравнений, неравенств и их конструкций в 11 классе**

| <b>№ модульной</b> | <b>Название модуля</b> | <b>Количество часов в модуле</b> | <b>Номер урока ПА</b> | <b>Форма ПА</b> |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------|
|--------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------|

|        |                                                                        |    |    |                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------------|----|----|----------------------------------|
| МР № 1 | Иррациональные, показательные, логарифмические уравнения и неравенства | 24 | 24 | Контрольная работа               |
| МР №2  | Решение задач из различных областей науки и реальной жизни.            | 21 | 45 | Контрольная работа в формате ЕГЭ |

**Промежуточная аттестация  
по теории чисел в 11 классе**

| № модульной | Название модуля                | Количество часов в модуле | Номер урока ПА | Форма ПА           |
|-------------|--------------------------------|---------------------------|----------------|--------------------|
| МР № 1      | Прикладные задачи теории чисел | 15                        | 15             | Контрольная работа |

**2. Содержание учебного курса «Алгебра и начала математического анализа»  
10 КЛАСС**

**Числа и вычисления**

Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби. Применение дробей и процентов для решения прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни.

Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа. Арифметические операции с действительными числами. Модуль действительного числа и его свойства. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений.

Степень с целым показателем. Бином Ньютона. Использование подходящей формы записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных.

Арифметический корень натуральной степени и его свойства.

Степень с рациональным показателем и её свойства, степень с действительным показателем.

Логарифм числа. Свойства логарифма. Десятичные и натуральные логарифмы.

Синус, косинус, тангенс, котангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента.

**Уравнения и неравенства**

Тождества и тождественные преобразования. Уравнение, корень уравнения. Равносильные уравнения и уравнения-следствия. Неравенство, решение неравенства.

Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств. Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу. Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема Виета.

Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни.

Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений.

Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений.

Преобразование выражений, содержащих логарифмы.

Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений.

Основные тригонометрические формулы. Преобразование тригонометрических выражений. Решение тригонометрических уравнений.

Решение систем линейных уравнений. Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы  $2 \times 2$ , его геометрический смысл и свойства, вычисление его значения, применение определителя для решения системы линейных уравнений. Решение прикладных задач с помощью

системы линейных уравнений. Исследование построенной модели с помощью матриц и определителей.

Построение математических моделей реальной ситуации с помощью уравнений и неравенств. Применение уравнений и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни.

### **Функции и графики**

Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция функций. График функции. Элементарные преобразования графиков функций.

Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции. Периодические функции. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке.

Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции. Элементарное исследование и построение их графиков.

Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня  $n$ -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем.

Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики. Использование графиков функций для решения уравнений.

Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента.

Функциональные зависимости в реальных процессах и явлениях. Графики реальных зависимостей.

### **Начала математического анализа**

Последовательности, способы задания последовательностей. Метод математической индукции. Монотонные и ограниченные последовательности. История возникновения математического анализа как анализа бесконечно малых.

Арифметическая и геометрическая прогрессии. Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии. Линейный и экспоненциальный рост. Число  $e$ . Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера.

Непрерывные функции и их свойства. Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций непрерывных на отрезке. Метод интервалов для решения неравенств. Применение свойств непрерывных функций для решения задач.

Первая и вторая производные функции. Определение, геометрический и физический смысл производной. Уравнение касательной к графику функции.

Производные элементарных функций. Производная суммы, произведения, частного и композиции функций.

### **Множества и логика**

Множество, операции над множествами и их свойства. Диаграммы Эйлера–Венна. Применение теоретико-множественного аппарата для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов.

Определение, теорема, свойство математического объекта, следствие, доказательство, равносильные уравнения.

## **11 КЛАСС**

### **Числа и вычисления**

Натуральные и целые числа. Применение признаков делимости целых чисел, наибольший общий делитель (далее – НОД) и наименьшее общее кратное (далее – НОК), остатков по модулю, алгоритма Евклида для решения задач в целых числах.

Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа. Арифметические операции с комплексными числами. Изображение комплексных чисел на координатной плоскости. Формула Муавра. Корни  $n$ -ой степени из комплексного числа. Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач.

### **Уравнения и неравенства**

Система и совокупность уравнений и неравенств. Равносильные системы и системы-следствия. Равносильные неравенства.

Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности. Решение тригонометрических неравенств.

Основные методы решения показательных и логарифмических неравенств.

Основные методы решения иррациональных неравенств.

Основные методы решения систем и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений.

Уравнения, неравенства и системы с параметрами.

Применение уравнений, систем и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов.

### **Функции и графики**

График композиции функций. Геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости.

Тригонометрические функции, их свойства и графики.

Графические методы решения уравнений и неравенств. Графические методы решения задач с параметрами.

Использование графиков функций для исследования процессов и зависимостей, которые возникают при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни.

### **Начала математического анализа**

Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значений непрерывной функции на отрезке.

Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком.

Первообразная, основное свойство первообразных. Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных.

Интеграл. Геометрический смысл интеграла. Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница.

Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур и объёмов геометрических тел.

Примеры решений дифференциальных уравнений. Математическое моделирование реальных процессов с помощью дифференциальных уравнений.

**3. Планируемые образовательные результаты освоения содержания по алгебре и началам математического анализа (углубленный уровень) на уровне среднего общего образования**

### **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

#### **1) гражданского воспитания:**

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества, представление о математических основах функционирования различных структур, явлений, процедур гражданского общества (выборы, опросы и другое), умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;

#### **2) патриотического воспитания:**

сформированность российской гражданской идентичности, уважения к прошлому и настоящему российской математики, ценностное отношение к достижениям российских математиков и российской математической школы, использование этих достижений в других науках, технологиях, сферах экономики;

**3) духовно-нравственного воспитания:**

осознание духовных ценностей русского народа, сформированность нравственного сознания, этического поведения, связанного с практическим применением достижений науки и деятельностью учёного, осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

**4) эстетического воспитания:**

эстетическое отношение к миру, включая эстетику математических закономерностей, объектов, задач, решений, рассуждений, восприимчивость к математическим аспектам различных видов искусства;

**5) физического воспитания:**

сформированность умения применять математические знания в интересах здорового и безопасного образа жизни, ответственное отношение к своему здоровью (здоровое питание, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность), физическое совершенствование при занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью;

**6) трудового воспитания:**

готовность к труду, осознание ценности трудолюбия, интерес к различным сферам профессиональной деятельности, связанным с математикой и её приложениями, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы, готовность и способность к математическому образованию и самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к активному участию в решении практических задач математической направленности;

**7) экологического воспитания:**

сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем, ориентация на применение математических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирование поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;

**8) ценности научного познания:**

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, понимание математической науки как сферы человеческой деятельности, этапов её развития и значимости для развития цивилизации, овладение языком математики и математической культурой как средством познания мира, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

**МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

**Познавательные универсальные учебные действия**

**Базовые логические действия:**

выявлять и характеризовать существенные признаки математических объектов, понятий, отношений между понятиями, формулировать определения понятий, устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;

воспринимать, формулировать и преобразовывать суждения: утвердительные и отрицательные, единичные, частные и общие, условные;

выявлять математические закономерности, взаимосвязи и противоречия в фактах, данных, наблюдениях и утверждениях, предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий;

делать выводы с использованием законов логики, дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии;

проводить самостоятельно доказательства математических утверждений (прямые и от противного), выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры, обосновывать собственные суждения и выводы;

выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учётом самостоятельно выделенных критериев).

#### **Базовые исследовательские действия:**

использовать вопросы как исследовательский инструмент познания, формулировать вопросы, фиксирующие противоречие, проблему, устанавливать искомое и данное, формировать гипотезу, аргументировать свою позицию, мнение;

проводить самостоятельно спланированный эксперимент, исследование по установлению особенностей математического объекта, явления, процесса, выявлению зависимостей между объектами, явлениями, процессами;

самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, исследования, оценивать достоверность полученных результатов, выводов и обобщений;

прогнозировать возможное развитие процесса, а также выдвигать предположения о его развитии в новых условиях.

#### **Работа с информацией:**

выявлять дефициты информации, данных, необходимых для ответа на вопрос и для решения задачи;

выбирать информацию из источников различных типов, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;

структурировать информацию, представлять её в различных формах, иллюстрировать графически;

оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

#### **Коммуникативные универсальные учебные действия**

##### **Общение:**

воспринимать и формулировать суждения в соответствии с условиями и целями общения, ясно, точно, грамотно выражать свою точку зрения в устных и письменных текстах, давать пояснения по ходу решения задачи, комментировать полученный результат;

в ходе обсуждения задавать вопросы по существу обсуждаемой темы, проблемы, решаемой задачи, высказывать идеи, нацеленные на поиск решения, сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций, в корректной форме формулировать разногласия, свои возражения;

представлять результаты решения задачи, эксперимента, исследования, проекта, самостоятельно выбирать формат выступления с учётом задач презентации и особенностей аудитории.

#### **Регулятивные универсальные учебные действия**

##### **Самоорганизация:**

составлять план, алгоритм решения задачи, выбирать способ решения с учётом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать и корректировать варианты решений с учётом новой информации.

##### **Самоконтроль, эмоциональный интеллект:**

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов, владеть способами самопроверки, самоконтроля процесса и результата решения математической задачи;

предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении задачи, вносить коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, данных, найденных ошибок, выявленных трудностей;

оценивать соответствие результата цели и условиям, объяснять причины достижения или недостижения результатов деятельности, находить ошибку, давать оценку приобретённому опыту.

#### **Совместная деятельность:**

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении учебных задач, принимать цель совместной деятельности, планировать организацию совместной работы, распределять виды работ, договариваться, обсуждать процесс и результат работы, обобщать мнения нескольких людей;

участвовать в групповых формах работы (обсуждения, обмен мнений, «мозговые штурмы» и иные), выполнять свою часть работы и координировать свои действия с другими членами команды, оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, сформулированным участниками взаимодействия.

### **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

К концу обучения в **10 классе** обучающийся получит следующие предметные результаты по отдельным темам рабочей программы учебного курса «Алгебра и начала математического анализа»:

#### **Числа и вычисления:**

свободно оперировать понятиями: рациональное число, бесконечная периодическая дробь, проценты, иррациональное число, множества рациональных и действительных чисел, модуль действительного числа;

применять дроби и проценты для решения прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни;

применять приближенные вычисления, правила округления, прикидку и оценку результата вычислений;

свободно оперировать понятием: степень с целым показателем, использовать подходящую форму записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных;

свободно оперировать понятием: арифметический корень натуральной степени;

свободно оперировать понятием: степень с рациональным показателем;

свободно оперировать понятиями: логарифм числа, десятичные и натуральные логарифмы;

свободно оперировать понятиями: синус, косинус, тангенс, котангенс числового аргумента;

оперировать понятиями: арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента.

#### **Уравнения и неравенства:**

свободно оперировать понятиями: тождество, уравнение, неравенство, равносильные уравнения и уравнения-следствия, равносильные неравенства;

применять различные методы решения рациональных и дробно-рациональных уравнений, применять метод интервалов для решения неравенств;

свободно оперировать понятиями: многочлен от одной переменной, многочлен с целыми коэффициентами, корни многочлена, применять деление многочлена на многочлен с остатком, теорему Безу и теорему Виета для решения задач;

свободно оперировать понятиями: система линейных уравнений, матрица, определитель матрицы  $2 \times 2$  и его геометрический смысл, использовать свойства определителя  $2 \times 2$  для вычисления его значения, применять определители для решения системы линейных уравнений, моделировать реальные ситуации с помощью системы линейных уравнений, исследовать построенные модели с помощью матриц и определителей, интерпретировать полученный результат;

использовать свойства действий с корнями для преобразования выражений;

выполнять преобразования числовых выражений, содержащих степени с рациональным показателем;

использовать свойства логарифмов для преобразования логарифмических выражений;

свободно оперировать понятиями: иррациональные, показательные и логарифмические уравнения, находить их решения с помощью равносильных переходов или осуществляя проверку корней;

применять основные тригонометрические формулы для преобразования тригонометрических выражений;

свободно оперировать понятием: тригонометрическое уравнение, применять необходимые формулы для решения основных типов тригонометрических уравнений;

моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры.

### **Функции и графики:**

свободно оперировать понятиями: функция, способы задания функции, взаимно обратные функции, композиция функций, график функции, выполнять элементарные преобразования графиков функций;

свободно оперировать понятиями: область определения и множество значений функции, нули функции, промежутки знакопостоянства;

свободно оперировать понятиями: чётные и нечётные функции, периодические функции, промежутки монотонности функции, максимумы и минимумы функции, наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке;

свободно оперировать понятиями: степенная функция с натуральным и целым показателем, график степенной функции с натуральным и целым показателем, график корня  $n$ -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем;

оперировать понятиями: линейная, квадратичная и дробно-линейная функции, выполнять элементарное исследование и построение их графиков;

свободно оперировать понятиями: показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики, использовать их графики для решения уравнений;

свободно оперировать понятиями: тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента;

использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни, выражать формулами зависимости между величинами;

### **Начала математического анализа:**

свободно оперировать понятиями: арифметическая и геометрическая прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия, линейный и экспоненциальный рост, формула сложных процентов, иметь представление о константе;

использовать прогрессии для решения реальных задач прикладного характера;

свободно оперировать понятиями: последовательность, способы задания последовательностей, монотонные и ограниченные последовательности, понимать основы зарождения математического анализа как анализа бесконечно малых;

свободно оперировать понятиями: непрерывные функции, точки разрыва графика функции, асимптоты графика функции;

свободно оперировать понятием: функция, непрерывная на отрезке, применять свойства непрерывных функций для решения задач;

свободно оперировать понятиями: первая и вторая производные функции, касательная к графику функции;

вычислять производные суммы, произведения, частного и композиции двух функций, знать производные элементарных функций;

использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач.

**Множества и логика:**

свободно оперировать понятиями: множество, операции над множествами;

использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов;

свободно оперировать понятиями: определение, теорема, уравнение-следствие, свойство математического объекта, доказательство, равносильные уравнения и неравенства.

К концу обучения в **11 классе** обучающийся получит следующие предметные результаты по отдельным темам рабочей программы учебного курса «Алгебра и начала математического анализа»:

**Числа и вычисления:**

свободно оперировать понятиями: натуральное и целое число, множества натуральных и целых чисел, использовать признаки делимости целых чисел, НОД и НОК натуральных чисел для решения задач, применять алгоритм Евклида;

свободно оперировать понятием остатка по модулю, записывать натуральные числа в различных позиционных системах счисления;

свободно оперировать понятиями: комплексное число и множество комплексных чисел, представлять комплексные числа в алгебраической и тригонометрической форме, выполнять арифметические операции с ними и изображать на координатной плоскости.

**Уравнения и неравенства:**

свободно оперировать понятиями: иррациональные, показательные и логарифмические неравенства, находить их решения с помощью равносильных переходов;

осуществлять отбор корней при решении тригонометрического уравнения;

свободно оперировать понятием тригонометрическое неравенство, применять необходимые формулы для решения основных типов тригонометрических неравенств;

свободно оперировать понятиями: система и совокупность уравнений и неравенств, равносильные системы и системы-следствия, находить решения системы и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений и неравенств;

решать рациональные, иррациональные, показательные, логарифмические и тригонометрические уравнения и неравенства, содержащие модули и параметры;

применять графические методы для решения уравнений и неравенств, а также задач с параметрами;

моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат.

**Функции и графики:**

строить графики композиции функций с помощью элементарного исследования и свойств композиции двух функций;

строить геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости;

свободно оперировать понятиями: графики тригонометрических функций;

применять функции для моделирования и исследования реальных процессов.

**Начала математического анализа:**

использовать производную для исследования функции на монотонность и экстремумы;

находить наибольшее и наименьшее значения функции непрерывной на отрезке;

использовать производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком;

свободно оперировать понятиями: первообразная, определённый интеграл, находить первообразные элементарных функций и вычислять интеграл по формуле Ньютона-Лейбница;

находить площади плоских фигур и объёмы тел с помощью интеграла;

иметь представление о математическом моделировании на примере составления дифференциальных уравнений;

решать прикладные задачи, в том числе социально-экономического и физического характера, средствами математического анализа.

## **ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

### **10 КЛАСС**

| <b>Код проверяемого результата</b> | <b>Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования</b>                                                                                                                                |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                           | <b>Числа и вычисления</b>                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.1                                | Оперировать понятиями: рациональное и действительное число, обыкновенная и десятичная дробь, проценты                                                                                                                                           |
| 1.2                                | Выполнять арифметические операции с рациональными и действительными числами                                                                                                                                                                     |
| 1.3                                | Выполнять приближенные вычисления, используя правила округления, делать прикидку и оценку результата вычислений                                                                                                                                 |
| 1.4                                | Оперировать понятиями: степень с целым показателем, стандартная форма записи действительного числа, корень натуральной степени; использовать подходящую форму записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных |
| 1.5                                | Оперировать понятиями: синус, косинус и тангенс произвольного угла; использовать запись произвольного угла через обратные тригонометрические функции                                                                                            |
| <b>2</b>                           | <b>Уравнения и неравенства</b>                                                                                                                                                                                                                  |
| 2.1                                | Оперировать понятиями: тождество, уравнение, неравенство, целое, рациональное, иррациональное уравнение, неравенство, тригонометрическое уравнение                                                                                              |
| 2.2                                | Выполнять преобразования тригонометрических выражений и решать тригонометрические уравнения                                                                                                                                                     |
| 2.3                                | Выполнять преобразования целых, рациональных и иррациональных выражений и решать основные типы целых, рациональных и иррациональных уравнений и неравенств                                                                                      |
| 2.4                                | Применять уравнения и неравенства для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни                                                                                                                         |
| 2.5                                | Моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры                                                               |
| <b>3</b>                           | <b>Функции и графики</b>                                                                                                                                                                                                                        |
| 3.1                                | Оперировать понятиями: функция, способы задания функции, область определения и множество значений функции, график функции, взаимно обратные функции                                                                                             |
| 3.2                                | Оперировать понятиями: чётность и нечётность функции, нули функции, промежутки знакопостоянства                                                                                                                                                 |
| 3.3                                | Использовать графики функций для решения уравнений                                                                                                                                                                                              |
| 3.4                                | Строить и читать графики линейной функции, квадратичной функции, степенной функции с целым показателем                                                                                                                                          |

|     |                                                                                                                                                                                        |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.5 | Использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни, выражать формулами зависимости между величинами |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                                                         |
| 4.1 | Оперировать понятиями: последовательность, арифметическая и геометрическая прогрессии                                                                                                  |
| 4.2 | Оперировать понятиями: бесконечно убывающая геометрическая прогрессия, сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии                                                            |
| 4.3 | Задавать последовательности различными способами                                                                                                                                       |
| 4.4 | Использовать свойства последовательностей и прогрессий для решения реальных задач прикладного характера                                                                                |
| 5   | Множества и логика                                                                                                                                                                     |
| 5.1 | Оперировать понятиями: множество, операции над множествами                                                                                                                             |
| 5.2 | Использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов                                                  |
| 5.3 | Оперировать понятиями: определение, теорема, следствие, доказательство                                                                                                                 |

## 11 КЛАСС

| Код проверяемого результата | Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                   |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Числа и вычисления                                                                                                                                                                          |
| 1.1                         | Оперировать понятиями: натуральное, целое число; использовать признаки делимости целых чисел, разложение числа на простые множители для решения задач                                       |
| 1.2                         | Оперировать понятием: степень с рациональным показателем                                                                                                                                    |
| 1.3                         | Оперировать понятиями: логарифм числа, десятичные и натуральные логарифмы                                                                                                                   |
| 2                           | Уравнения и неравенства                                                                                                                                                                     |
| 2.1                         | Применять свойства степени для преобразования выражений, оперировать понятиями: показательное уравнение и неравенство; решать основные типы показательных уравнений и неравенств            |
| 2.2                         | Выполнять преобразования выражений, содержащих логарифмы; оперировать понятиями: логарифмическое уравнение и неравенство; решать основные типы логарифмических уравнений и неравенств       |
| 2.3                         | Находить решения простейших тригонометрических неравенств                                                                                                                                   |
| 2.4                         | Оперировать понятиями: система линейных уравнений и её решение; использовать систему линейных уравнений для решения практических задач                                                      |
| 2.5                         | Находить решения простейших систем и совокупностей рациональных уравнений и неравенств                                                                                                      |
| 2.6                         | Моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства и системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры |
| 3                           | Функции и графики                                                                                                                                                                           |

|     |                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1 | Оперировать понятиями: периодическая функция, промежутки монотонности функции, точки экстремума функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке; использовать их для исследования функции, заданной графиком |
| 3.2 | Оперировать понятиями: графики показательной, логарифмической и тригонометрических функций; изображать их на координатной плоскости и использовать для решения уравнений и неравенств                                        |
| 3.3 | Изображать на координатной плоскости графики линейных уравнений и использовать их для решения системы линейных уравнений                                                                                                     |
| 3.4 | Использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей из других учебных дисциплин                                                                                                                           |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                                                                                               |
| 4.1 | Оперировать понятиями: непрерывная функция, производная функции; использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач                                                                                |
| 4.2 | Находить производные элементарных функций, вычислять производные суммы, произведения, частного функций                                                                                                                       |
| 4.3 | Использовать производную для исследования функции на монотонность и экстремумы, применять результаты исследования к построению графиков                                                                                      |
| 4.4 | Использовать производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах                                                                                                        |
| 4.5 | Оперировать понятиями: первообразная и интеграл; понимать геометрический и физический смысл интеграла                                                                                                                        |
| 4.6 | Находить первообразные элементарных функций, вычислять интеграл по формуле Ньютона – Лейбница                                                                                                                                |
| 4.7 | Решать прикладные задачи, в том числе социально-экономического и физического характера, средствами математического анализа                                                                                                   |

## **ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Владение методами доказательств, алгоритмами решения задач; умение формулировать и оперировать понятиями: определение, аксиома, теорема, следствие, свойство, признак, доказательство, равносильные формулировки; применять их; умение формулировать обратное и противоположное утверждение, приводить примеры и контрпримеры, использовать метод математической индукции; проводить доказательные рассуждения при решении задач, оценивать логическую правильность рассуждений; умение оперировать понятиями: множество, подмножество, операции над множествами; умение использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений и при решении задач, в том числе из других учебных предметов; умение оперировать |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>понятиями: граф, связный граф, дерево, цикл, граф на плоскости; умение задавать и описывать графы различными способами; использовать графы при решении задач</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2 | <p>Умение оперировать понятиями: натуральное число, целое число, степень с целым показателем, корень натуральной степени, степень с рациональным показателем, степень с действительным показателем, логарифм числа, синус, косинус и тангенс произвольного числа, остаток по модулю, рациональное число, иррациональное число, множества натуральных, целых, рациональных, действительных чисел; умение использовать признаки делимости, наименьший общий делитель и наименьшее общее кратное, алгоритм Евклида при решении задач; знакомство с различными позиционными системами счисления; умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений со степенями и логарифмами, преобразования дробно-рациональных выражений; умение оперировать понятиями: последовательность, арифметическая прогрессия, геометрическая прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия; умение задавать последовательности, в том числе с помощью рекуррентных формул; умение оперировать понятиями: комплексное число, сопряжённые комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, форма записи комплексных чисел (геометрическая, тригонометрическая и алгебраическая); уметь производить арифметические действия с комплексными числами; приводить примеры использования комплексных чисел; оперировать понятиями: матрица <math>2 \times 2</math> и <math>3 \times 3</math>, определитель матрицы, геометрический смысл определителя</p> |
| 3 | <p>Умение оперировать понятиями: рациональные, иррациональные, показательные, степенные, логарифмические, тригонометрические уравнения и неравенства, их системы; умение оперировать понятиями: тождество, тождественное преобразование, уравнение, неравенство, система уравнений и неравенств, равносильность уравнений, неравенств и систем; умение решать уравнения, неравенства и системы с помощью различных приёмов; решать уравнения, неравенства и системы с параметром; применять уравнения, неравенства, их системы для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4 | <p>Умение оперировать понятиями: функция, чётность функции, периодичность функции, ограниченность функции, монотонность функции, экстремум функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке, непрерывная функция, асимптоты графика функции, первая и вторая производная функции, геометрический и физический смысл производной, первообразная, определённый интеграл; умение находить асимптоты графика функции; умение вычислять</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | производные суммы, произведения, частного и композиции функций, находить уравнение касательной к графику функции; умение находить производные элементарных функций; умение использовать производную для исследования функций, находить наибольшие и наименьшие значения функций; строить графики многочленов с использованием аппарата математического анализа; применять производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических и физических задачах; находить площади и объёмы фигур с помощью интеграла; приводить примеры математического моделирования с помощью дифференциальных уравнений                                                                                                           |
| 5 | Умение оперировать понятиями: график функции, обратная функция, композиция функций, линейная функция, квадратичная функция, рациональная функция, степенная функция, тригонометрические функции, обратные тригонометрические функции, показательная и логарифмическая функции; умение строить графики изученных функций, выполнять преобразования графиков функций, использовать графики для изучения процессов и зависимостей, при решении задач из других учебных предметов и задач из реальной жизни; выражать формулами зависимости между величинами; использовать свойства и графики функций для решения уравнений, неравенств и задач с параметрами; изображать на координатной плоскости множества решений уравнений, неравенств и их систем |
| 6 | Умение решать текстовые задачи разных типов (в том числе на проценты, доли и части, на движение, работу, стоимость товаров и услуг, налоги, задачи из области управления личными и семейными финансами); составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов; умение моделировать реальные ситуации на языке математики; составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат                                                                                                                                      |

## ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                 |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Числа и вычисления                                                                             |
| 1.1 | Натуральные и целые числа. Признаки делимости целых чисел                                      |
| 1.2 | Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби |

|      |                                                                                                                                                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.3  | Арифметический корень натуральной степени. Действия с арифметическими корнями натуральной степени                                                                                                                  |
| 1.4  | Степень с целым показателем. Степень с рациональным показателем. Свойства степени                                                                                                                                  |
| 1.5  | Синус, косинус и тангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента                                                                                                                 |
| 1.6  | Логарифм числа. Десятичные и натуральные логарифмы                                                                                                                                                                 |
| 1.7  | Действительные числа. Арифметические операции с действительными числами. Приближенные вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений                                                      |
| 1.8  | Преобразование выражений                                                                                                                                                                                           |
| 1.9  | Комплексные числа                                                                                                                                                                                                  |
| 2    | Уравнения и неравенства                                                                                                                                                                                            |
| 2.1  | Целые и дробно-рациональные уравнения                                                                                                                                                                              |
| 2.2  | Иррациональные уравнения                                                                                                                                                                                           |
| 2.3  | Тригонометрические уравнения                                                                                                                                                                                       |
| 2.4  | Показательные и логарифмические уравнения                                                                                                                                                                          |
| 2.5  | Целые и дробно-рациональные неравенства                                                                                                                                                                            |
| 2.6  | Иррациональные неравенства                                                                                                                                                                                         |
| 2.7  | Показательные и логарифмические неравенства                                                                                                                                                                        |
| 2.8  | Тригонометрические неравенства                                                                                                                                                                                     |
| 2.9  | Системы и совокупности уравнений и неравенств                                                                                                                                                                      |
| 2.10 | Уравнения, неравенства и системы с параметрами                                                                                                                                                                     |
| 2.11 | Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы                                                                                                                                                           |
| 3    | Функции и графики                                                                                                                                                                                                  |
| 3.1  | Функция, способы задания функции. График функции. Взаимно обратные функции. Чётные и нечётные функции. Периодические функции                                                                                       |
| 3.2  | Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке |
| 3.3  | Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня $n$ -ой степени                                                                                                 |
| 3.4  | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                                                                                                                                                  |
| 3.5  | Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики                                                                                                                                                     |

|     |                                                                                                                                              |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.6 | Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке                                                          |
| 3.7 | Последовательности, способы задания последовательностей                                                                                      |
| 3.8 | Арифметическая и геометрическая прогрессии. Формула сложных процентов                                                                        |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                               |
| 4.1 | Производная функции. Производные элементарных функций                                                                                        |
| 4.2 | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке |
| 4.3 | Первообразная. Интеграл                                                                                                                      |
| 5   | Множества и логика                                                                                                                           |
| 5.1 | Множество, операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна                                                                                |
| 5.2 | Логика                                                                                                                                       |
| 6   | Вероятность и статистика                                                                                                                     |
| 6.1 | Описательная статистика                                                                                                                      |
| 6.2 | Вероятность                                                                                                                                  |
| 6.3 | Комбинаторика                                                                                                                                |
| 7   | Геометрия                                                                                                                                    |
| 7.1 | Фигуры на плоскости                                                                                                                          |
| 7.2 | Прямые и плоскости в пространстве                                                                                                            |
| 7.3 | Многогранники                                                                                                                                |
| 7.4 | Тела и поверхности вращения                                                                                                                  |
| 7.5 | Координаты и векторы                                                                                                                         |

#### 4. Тематическое планирование

### 10 КЛАСС

| № п/п | Наименование разделов и тем программы                                      | Количество часов |                    |                     | Электронные (цифровые) образовательные ресурсы |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------------------|
|       |                                                                            | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |                                                |
| 1     | Повторение и расширение сведений о функции                                 | 12               |                    |                     |                                                |
| 2     | Тригонометрические функции                                                 | 14               | 1                  |                     |                                                |
| 3     | Соотношение между тригонометрическими функциями одного и того же аргумента | 16               | 1                  |                     |                                                |

|                                            |                                                             |     |    |   |  |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|----|---|--|
| 4                                          | Простейшие тригонометрические уравнения                     | 9   | 1  |   |  |
| 5                                          | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим   | 9   | 1  |   |  |
| 6                                          | Степенная и показательная функции                           | 15  | 1  |   |  |
| 7                                          | Логарифмическая функция                                     | 18  | 1  |   |  |
| 8                                          | Понятие производной                                         | 20  | 1  |   |  |
| 9                                          | Множество действительных чисел                              | 16  | 1  |   |  |
| 10                                         | Элементы линейной алгебры                                   | 15  | 1  |   |  |
| 11                                         | Показательные и логарифмические уравнения и неравенства     | 18  | 1  |   |  |
| 12                                         | Решение задач из различных областей науки и реальной жизни. | 3   | 1  |   |  |
| <b>ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ</b> |                                                             | 165 | 11 | 0 |  |

## 11 КЛАСС

| № п/п                                      | Наименование разделов и тем программы                                          | Количество часов |                    |                     | Электронные (цифровые) образовательные ресурсы |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------------------|
|                                            |                                                                                | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |                                                |
| 1                                          | Исследование функций с помощью производной                                     | 19               | 1                  |                     |                                                |
| 2                                          | Первообразная и интеграл                                                       | 15               | 1                  |                     |                                                |
| 3                                          | Тригонометрические неравенства                                                 | 16               | 1                  |                     |                                                |
| 4                                          | Рациональные, иррациональные, показательные и логарифмические неравенства      | 26               | 1                  |                     |                                                |
| 5                                          | Системы рациональных, иррациональных показательных и логарифмических уравнений | 14               | 1                  |                     |                                                |
| 6                                          | Комплексные числа                                                              | 15               | 1                  |                     |                                                |
| 7                                          | Иррациональные, показательные, логарифмические уравнения и неравенства         | 24               | 1                  |                     |                                                |
| 8                                          | Решение задач из различных областей науки и реальной жизни.                    | 21               | 1                  |                     |                                                |
| 9                                          | Прикладные задачи теории чисел                                                 | 15               | 1                  |                     |                                                |
| <b>ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ</b> |                                                                                | 159              | 9                  | 0                   |                                                |

## 5. Приложения к программе

### Контрольно-измерительные материалы

#### 10 класс

#### ТРИГОНОМЕТРИЯ

#### Демонстрационный вариант контрольной работы по математике

#### «Устный зачет по теме: «Тригонометрические функции»

Примерные задания в форме устно-письменного зачета:

1.1) Вычислить: а)  $\operatorname{tg} 45^\circ \sin 90^\circ + 2 \cos 60^\circ$ ; б)  $4 \sin \frac{\pi}{6} + \cos \frac{\pi}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{3}$ .

в)  $2 \cdot \cos \cos 315^\circ \cdot \operatorname{tg} \left(-\frac{4\pi}{3}\right) + \operatorname{ctg} 240^\circ$

2) Упростить выражение или доказать тождество, определить значение выражения:

а)  $\cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha - 2 \sin \alpha \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{1 - \sin \alpha} - \sin \alpha = 1$ .

б)  $\sin 1350^\circ \cos (-720^\circ)$ ;

3) Найдите  $3 \cos \alpha$ , если  $\sin \alpha = -\frac{2\sqrt{2}}{3}$  и  $\alpha \in \left(\frac{3\pi}{2}; 2\pi\right)$  (задание по типу ЕГЭ №7)

2. Исследовать на четность:  $f(x) = \frac{x^2 \sin x}{25 - x^2}$

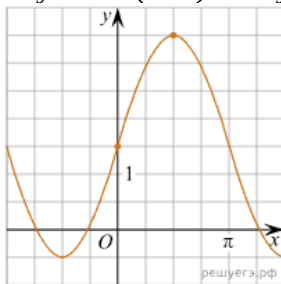
3. Построить график функции: а)  $y = -2 \cos \left(x + \frac{\pi}{6}\right)$ ; б)  $y = -\sin x + 1$ ; в)  $y = -\operatorname{tg} \left(x - \frac{\pi}{3}\right)$

4. Постройте график функции, найдите область определения и область значений функции; наибольшее и наименьшее значение функции и др. свойства функции. Найдите наибольшее и наименьшее значение функции на отрезке  $\left[-\frac{\pi}{4}; \frac{2\pi}{3}\right]$ .

$y = -2.5 \cos \left(x - \frac{\pi}{6}\right) + 2.5$  или  $y = -2.5 \operatorname{tg} \left(x - \frac{\pi}{6}\right) + 2.5$

5. Решите уравнение: а)  $\sin x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$  б)  $\cos x = -\frac{\sqrt{3}}{3}$  в)  $\sin x = -1$

6. На рисунке изображён график функции  $y = a \sin(x+b) + c$  и  $y = a \cos(x+b) + c$ . Найдите  $a, b, c$  для



каждого случая. (Задание №11 из ЕГЭ)

7. При каком значении параметра  $a$  уравнение  $|\sin x| = -x^2 + a$  имеет единственный корень. (уравнение будет другое)

#### Спецификация контрольной работы по теме «Тригонометрические функции» 10 кл

| № задания | Проверяемый элемент содержания                                              | Проверяемые умения и способы действий                                                                                                                              | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Вычисление значений тригонометрических выражений, преобразование выражений. | Знание тригонометрической окружности для вычисления значения выражения, решения уравнений, неравенств, построения графиков. Знание тригонометрических тождеств для | Б                                               | 9                                       |

|   |                                                         |                                                                                                                                                                                                 |   |          |
|---|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|
|   |                                                         | упрощения выражения<br>Запись решения и ответа.                                                                                                                                                 |   |          |
| 2 | Четность                                                | Знания свойств тригонометрических и других элементарных функций для определения четности функции. Запись решения и ответа                                                                       | Б | 2        |
| 3 | Графики функций.<br>Тригонометрические функции          | Умение находить коэффициенты преобразования графиков по заданному графику. Запись решения и ответа                                                                                              | П | 3        |
| 4 | График функции с преобразованиями.<br>Свойства функции. | Умение строить график функции, последовательно выполняя построения и описывая преобразования необходимые для построения итогового графика функции. Определять свойства. Запись решения и ответа | П | 3        |
| 5 | Решить уравнение                                        | Умение решать простейшие тригонометрические уравнения с параметром. Запись решения и ответа                                                                                                     | Б | 3        |
| 6 | Графики функций.                                        | Умение задать аналитическую модель тригонометрической функции по графику и ответить на вопросы по конструкции                                                                                   | Б | 3        |
| 7 | Решить уравнение с параметром                           | Умение решать простейшие тригонометрические уравнения с параметром. Запись решения и ответа                                                                                                     | П | 4        |
|   |                                                         |                                                                                                                                                                                                 |   | Всего:27 |

### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-12    | 13-18    | 19-22    | 23-27     |

**Демонстрационный вариант контрольной работы по математике  
по теме «Соотношение между тригонометрическими функциями одного и того же  
аргумента» 10 кл.**

1. Упростите выражение:

1)  $\operatorname{tg} 4\alpha \operatorname{ctg} 4\alpha - \frac{1 - \cos^2 9\alpha}{\sin^2 9\alpha - 1};$

2)  $\sin 6\beta \cos 2\beta - \cos 6\beta \sin 2\beta;$

3)  $\frac{\sin 14\alpha}{2 \cos 7\alpha};$

4)  $\frac{\sin 3\alpha + \sin 7\alpha}{\cos 3\alpha + \cos 7\alpha};$

5)  $\sin(2\pi - 7\alpha) + \cos\left(\frac{3\pi}{2} + 7\alpha\right);$

6)  $2 \sin 4\alpha \sin 5\alpha + \cos 9\alpha.$

2. Дано:  $\cos \alpha = -0,6$ ,  $\cos \beta = \frac{15}{17}$ ,  $\pi < \alpha < \frac{3\pi}{2}$ ,  $\frac{3\pi}{2} < \beta < 2\pi$ . Найдите  $\cos(\alpha - \beta)$ .

3. Докажите тождество:

1)  $\frac{1}{1 + \operatorname{tg} 3\alpha} - \frac{1}{1 - \operatorname{tg} 3\alpha} = -\operatorname{tg} 6\alpha;$

2)  $\sin 5\beta \operatorname{ctg} 10\beta - \cos 5\beta = -\frac{1}{2 \cos 5\beta};$

3)  $\frac{\left(\sin\left(\frac{\pi}{2} - 6\alpha\right) - \cos(\pi + 4\alpha)\right)\left(\sin(\pi - 6\alpha) - \cos\left(\frac{3\pi}{2} + 4\alpha\right)\right)}{1 + \cos(2\pi + 10\alpha)} = \sin 2\alpha.$

4. Найдите наибольшее и наименьшее значения выражения  $3 \cos^2 \alpha - 8 \sin^2 \alpha$ .

5. Найдите значение выражения  $\operatorname{tg} 10^\circ \operatorname{tg} 50^\circ \operatorname{tg} 70^\circ$ .

6. Постройте график функции  $y = \frac{2 \operatorname{tg} \frac{3x}{2}}{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{3x}{2}}.$

**Спецификация контрольной работы по теме «Соотношение между тригонометрическими функциями одного и того же аргумента» 10 кл**

| № за-да-ния | Проверяемый элемент содержания                                                        | Проверяемые умения и способы действий                                                                                   | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1           | Применение формул тригонометрии для упрощения выражений                               | Умения применять формулы тригонометрии для упрощения выражений<br>Запись решения и ответа                               | Б                                               | 5                                       |
| 2           | Применение формул тригонометрии для вычисления значений тригонометрических выражений. | Умения применять формулы тригонометрии для вычисления значений тригонометрических выражений.<br>Запись решения и ответа | Б                                               | 3                                       |
| 3           | Доказательство тождеств                                                               | Умения применять формулы тригонометрии для доказательства тождеств.<br>Запись решения и ответа                          | Б+П                                             | 4                                       |

|   |                                                                                         |                                                                                                                              |   |          |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|
| 4 | Наибольшее / наименьшее значение выражения                                              | Знания формул тригонометрии для решения заданий повышенного уровня сложности, нестандартное задание. Запись решения и ответа | П | 3        |
| 5 | Применение формул тригонометрии для упрощения выражений (вычисления значений выражений) | Умения применять формулы тригонометрии для упрощения выражений (вычисления их значений). Запись решения и ответа             | П | 3        |
| 6 | Построение графика функции.                                                             | Умения применять формулы тригонометрии для построения графика функции                                                        | П | 3        |
|   |                                                                                         |                                                                                                                              |   | Всего:21 |

#### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-9     | 10-14    | 15-17    | 18-21     |

#### ТЕОРИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ФУНКЦИЙ

##### Демонстрационный вариант контрольной работы по математике по теме «Степенная и показательная функции»

1. Функция задана формулой  $f(x) = x^{14}$ . Сравните:

- 1)  $f(5,6)$  и  $f(2,4)$ ;                      3)  $f(4,5)$  и  $f(-4,5)$ ;  
 2)  $f(-2,8)$  и  $f(-7,3)$ ;                      4)  $f(0,3)$  и  $f(-0,8)$ .

Используя свойство возрастания или убывания показательной функции, сравните числа:

- а)  $1,3^{42}$  и  $1,3^{34}$ ;                      б)  $\left(\frac{1}{7}\right)^3$  и  $\left(\frac{1}{7}\right)^8$ ;                      в)  $0,6^{-4}$  и  $\left(\frac{5}{3}\right)^{8,2}$ ;                      г)  $5,3^{-\sqrt{2}}$  и  $5,3^{-\sqrt{3}}$ .

2. Найдите значение выражения/упростите выражение:

$$1) 5\sqrt[4]{16} - 2\sqrt[3]{-216} - \sqrt[6]{64}; \quad 3) \sqrt[6]{3^{12} \cdot 2^{18}};$$

$$2) \sqrt[4]{0,0081 \cdot 256}; \quad 4) \frac{\sqrt[4]{243}}{\sqrt[4]{3}}.$$

Упростите  
выражение: а)

$$\left(x^{\frac{1}{6}} + 2\right)\left(x^{\frac{1}{3}} - 2x^{\frac{1}{6}} + 4\right)$$

$$б) 2a^{\frac{1}{2}}\left(a^{\frac{1}{2}} - 4\right) + 8a^{\frac{1}{2}}$$

или

$$1) a^{\frac{4}{9}a^{\frac{7}{18}}};$$

$$2) a^{\frac{5}{12}} : a^{\frac{1}{8}};$$

$$3) (a^{-0,6})^3 \cdot (a^{-1,2})^{-4} : (a^{0,5})^{-3};$$

$$4) \left(a^{\frac{7}{36}}b^{\frac{21}{30}}\right)^{\frac{6}{7}}.$$

Упростите выражение:

$$1) \sqrt[28]{a^7}; \quad 3) \sqrt[6]{m^6}, \text{ если } m \leq 0;$$

$$2) \sqrt[5]{b^3 \sqrt[4]{b^3}}; \quad 4) \sqrt[10]{(x-2)^{10}}, \text{ если } x \geq 2.$$

Решите уравнения:

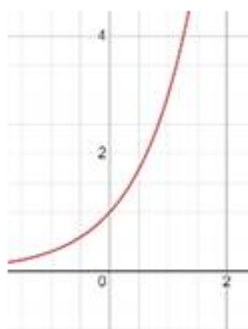
$$3. \quad 1) 3^{5x+1} = 27; \quad 2) 5x^2 - 5x - 14 = 1; \quad 3) 3^{x+2} + 4 \cdot 3^x - 1 = 279; \quad 4) 3 \cdot 81^x - 10 \cdot 9^x + 3 = 0.$$

4. Постройте график функции и укажите область определения, множество значений...  
(свойства функции):

$$y = 2^{x-3} \text{ или } y = 2^x - 3 \text{ или } y = 2^{-x-3} + 1 \text{ или } y = 0, 2^{x-3} \text{ или } y = x^4 \sqrt{x^4} \text{ или } y = x(\sqrt[4]{x})^4$$

Найдите наибольшее и наименьшее значения функции  $y = x^{-4}$  на промежутке  $[2; 4]$ .

5. На рисунке изображен график функции вида  $f(x) = a^x$ . Найдите чему равно значение  $f(6)$ .



Определите графически количество решений системы уравнений

$$\begin{cases} y = x^{-2}, \\ y = x^5 - 2. \end{cases}$$

6. Решите уравнение графическим способом:  $4^{x+1} = 4 - x$ .

$$7. \text{ Упростите выражение: } \left( \frac{\sqrt[6]{x} + 6}{\sqrt[6]{x} + 2} - \frac{\sqrt[6]{x} + 2}{\sqrt[6]{x} - 2} + \frac{6}{\sqrt[3]{x} - 4} \right) : \frac{5}{\sqrt[3]{x} - 4}.$$

8. Докажите, что  $\sqrt[3]{20 + 14\sqrt{2}} + \sqrt[3]{20 - 14\sqrt{2}} = 4$ . или

. В зависимости от значения параметра  $a$  определите количество корней уравнения:

$$1) (x-a)\sqrt[4]{x+1} = 0; \quad 3) (x-a)(\sqrt[4]{x} - 1) = 0.$$

$$2) (x-a)(\sqrt[4]{x} + 1) = 0;$$

**Спецификация контрольной работы по теме «Степенная функция» 10 кл.**

| № задания | Проверяемый элемент содержания                                   | Проверяемые умения и способы действий                          | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Сравнить значения функции в различных точках области определения | Знание свойств функции для сравнения значений функции в точках | Б                                               | 3                                       |

|   |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   |          |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|
| 2 | Вычисление значений иррациональных выражений. Упрощение выражения, содержащего корень или степень.                              | Знание свойств функций для вычисления и преобразования выражений. Умение применять знания по теме при нахождении значения выражений и упрощении выражения, содержащего корень или степень. Запись решения и ответа | Б | 4        |
| 3 | Решить уравнение                                                                                                                | Умение решать показательные уравнения. Запись решения                                                                                                                                                              | Б | 4        |
| 4 | График функции с преобразованиями. Наибольшее/наименьшее значение функции на промежутке (или другое свойство) Свойства функции. | Умение строить график функции, применяя преобразования графиков. Знание свойств функций для определения значения выражения функции на промежутке или ответ на другой вопрос – свойства функции. Запись решения     | Б | 3        |
| 5 | График функции, Свойства функции.                                                                                               | Умение применять функционально-графический метод для выполнения заданий указанного вида. Запись решения и ответа                                                                                                   | Б | 3        |
| 6 | Решить уравнение                                                                                                                | Умение применять графический метод к решению уравнения. Запись решения                                                                                                                                             | П | 3        |
| 7 | Преобразование выражения, содержащего корень или степень с учетом свойств функции.                                              | Умение применять знания по теме при преобразовании выражения, содержащего корень или степень с учетом свойств функции. Запись решения                                                                              | П | 3        |
| 8 | Решить уравнение с параметром или другое нестандартное задание                                                                  | Умение решать простейшие уравнения с параметром, учитывая свойства функции. ИЛИ выполнение другого нестандартного задания. Запись решения и ответа                                                                 | П | 4        |
|   |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                    |   | Всего:27 |

### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-12    | 13-18    | 19-22    | 23-27     |

### Демонстрационный вариант контрольной работы по математике по теме: «Логарифмическая функция» 10 кл.

1. Вычислите:

а)  $\log_{\frac{1}{2}} 16$ ; б)  $5^{1+\log_5 3}$ ; в)  $\log_3 135 - \log_3 20 + 2 \log_3 2$ . г)  $\frac{\log_9 27 + \log_9 3}{2 \log_2 6 - \log_2 9}$ ,

$$\log_{\frac{1}{2}} \frac{3}{4} \text{ и } \log_{\frac{1}{2}} \frac{4}{5}.$$

2. Сравните числа

3. Решите уравнение

1)  $\log_{\frac{1}{3}}(3x+4) = -2;$

2)  $\log_7(2x+9) = \log_7(x^2+5x-1).$

4. Постройте график и ответьте на вопрос (свойства функции):  $y = \log_3(x-2) + 1$

5. Решите уравнение:

а)  $\log_3^2 x - 10 \log_3 x + 21 = 0;$

б)  $\lg(x^2-2) = -\lg \frac{1}{x};$

$\log_2 x + \log_2(x-3) = 2;$

$1 + 2 \log_x 5 = \log_5 x.$

$\log_8 x + \log_{\sqrt{2}} x = 14.$

6. Нестандартное задание на применение равносильных переходов в решении логарифмических уравнений

### Спецификация контрольной работы

| № задания | Проверяемый элемент содержания                      | Проверяемые умения и способы действий                                                            | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Логарифм числа.<br>Свойства логарифма               | Применение свойств логарифма к вычислению значений логарифмических выражений                     | Б                                               | 3                                       |
| 2         | Логарифм числа.<br>Свойства логарифмической функции | Применение свойств логарифмической функции к сравнению значений логарифмических выражений        | Б                                               | 2                                       |
| 3         | Логарифмические уравнения                           | Умение решать основные типы логарифмических уравнений                                            | Б                                               | 3                                       |
| 4         | График логарифмической функции.                     | Умение строить график логарифмической функции и отвечать на вопросы, используя свойства функции. | П                                               | 3                                       |
| 5         | Логарифмические уравнения                           | Решать основные типы                                                                             | П                                               | 5                                       |

|   |                           |                                                                             |   |   |
|---|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
|   |                           | логарифмических уравнений повышенного уровня сложности                      |   |   |
| 6 | Логарифмические уравнения | Решать нестандартные логарифмические уравнения повышенного уровня сложности | П | 3 |

### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0 - 8   | 9 - 13   | 14 - 16  | 17 - 19   |

## УРАВНЕНИЯ, НЕРАВЕНСТВА И ИХ КОНСТРУКЦИИ

**Демонстрационный вариант контрольной работы по математике.**

**Устный зачет по теме модуля**

**«Простейшие тригонометрические уравнения». 10 кл.**

1. Задания в форме устно-письменного зачета. На знание основных формул для решения простейших тригонометрических уравнений.

2. Решите уравнение (примерные уравнения, в некоторых уравнениях отбор корней на промежутке)

а)  $2\sin x - 3\cos x = 0$ ; б)  $5\sin^2 x \cos\left(\frac{\pi}{3} - 2x\right) = 0$ ; в)  $\sin 2x \cos x \sin 2x = 0$ ;

3. Функции  $y = \arccos x$ ,  $y = \arcsin x$ ,  $y = \arctg x$  и  $y = \operatorname{arcctg} x$  их графики и основные свойства.

Вычислить (примеры): а)  $\cos\left(\arcsin \frac{3}{5}\right)$ , б) решить уравнение:  $\operatorname{arcctg} x = -1$ , в) решить неравенство:  $\arccos x > -\frac{\pi}{2}$ .

4. Найдите корни уравнения  $\cos\left(x + \frac{\pi}{12}\right) = -\frac{1}{2}$  принадлежащие полуинтервалу  $\left[-\frac{\pi}{6}; 4\pi\right)$  или наименьший положительный корень, или наибольший отрицательный корень.

Или уравнение с параметром: При каких значениях параметра а уравнение  $(x-a)(\operatorname{tg} x + 1) = 0$  на промежутке  $\left[-\frac{\pi}{2}; 0\right)$  имеет единственный корень.

**Спецификация контрольной работы по теме «Простейшие тригонометрические уравнения» 10 кл**

| № задания | Проверяемый элемент содержания    | Проверяемые умения и способы действий                         | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Решение уравнений, знание формул. | Задания в устно-письменной форме. Принимается без подготовки. | Б+П                                             | 5                                       |

|   |                                                                       |                                                                                                                                                                                   |     |          |
|---|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
|   |                                                                       | Запись решения и ответа                                                                                                                                                           |     |          |
| 2 | Решение уравнений                                                     | Знания на применение формул для решения простейших тригонометрических уравнений, частично с отбором корней.<br>Запись решения и ответа                                            | Б+П | 6        |
| 3 | Решение заданий на обратные тригонометрические функции                | Знания свойств обратных тригонометрических функций или тригонометрической окружности для решения простейших уравнений и неравенств.<br>Запись решения и ответа                    | Б+П | 5        |
| 4 | Решение уравнений и отбор корней на промежутке, задание с параметром. | Знания формул тригонометрии для решения тригонометрических уравнений повышенного уровня сложности и отбор корней на промежутке, нестандартное задание.<br>Запись решения и ответа | П   | 5        |
|   |                                                                       |                                                                                                                                                                                   |     | Всего:21 |

#### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-9     | 10-14    | 15-17    | 18-21     |

#### Демонстрационный вариант контрольной работы по математике

##### по теме «Тригонометрические уравнения и неравенства» 10 кл.

1. Задания в форме устно-письменного зачета. На знание основных формул тригонометрии при решении уравнений.

2. Решите уравнение (примерные уравнения, в некоторых уравнениях отбор корней на промежутке)

а)  $2\sin x + 3\cos x = 0$ ; б)  $5\sin 2x \cos 2x = \sin 2x$ ; в)  $\sin 2x + \cos x \sin 2x = 0$ ;

г)  $3\sin^2 x + 7\cos x - 3 = 0$ ; д)  $\sin^2(-x) + 2\sin x \cdot \cos x + x - 3\cos^2 x = 0$ ;

е)  $3\sin^2 x - 4\sin x \cos x + 5\cos^2 x = 2$ ;

3. Решите неравенство

а)  $1 - 2\cos(2x - \pi) > 0$ ; б)  $\sin x (\operatorname{tg} 2x + 1) > 0$

4. Найдите корни уравнения  $\sin \sin \left( \frac{1}{2}x - 2\pi \right) = -\frac{1}{2}$  принадлежащие полуинтервалу  $\left( 0; \frac{3\pi}{2} \right]$

или наименьший положительный корень, или наибольший отрицательный корень.

### Спецификация контрольной работы по теме «Тригонометрические уравнения» 10 кл

| № задания | Проверяемый элемент содержания                 | Проверяемые умения и способы действий                                                                                                                                             | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Решение уравнений, знание формул.              | Задания в устно-письменной форме. Принимается заранее<br>Запись решения и ответа                                                                                                  | Б+П                                             | 5                                       |
| 2         | Решение уравнений                              | Знания на применение методов решения тригонометрических уравнений, частично с отбором корней.<br>Запись решения и ответа                                                          | Б+П                                             | 10                                      |
| 3         | Решение неравенства                            | Знания свойств тригонометрических функций или тригонометрической окружности для решения простейшего неравенства.<br>Запись решения и ответа                                       | Б+П                                             | 3                                       |
| 4         | Решение уравнений и отбор корней на промежутке | Знания формул тригонометрии для решения тригонометрических уравнений повышенного уровня сложности и отбор корней на промежутке, нестандартное задание.<br>Запись решения и ответа | П                                               | 3                                       |
|           |                                                |                                                                                                                                                                                   |                                                 | Всего:21                                |

#### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-9     | 10-14    | 15-17    | 18-21     |

### НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

#### Демонстрационный вариант контрольной работы по математике

##### по теме: «Понятие производной»

(функции будут различные, не только такого типа)

1. Найти производную функции:

а)  $f(x) = 2x^3 - \frac{x^2}{2} + \sqrt{3}$  б)  $f(x) = x^2\sqrt{x} + 3x^5$ ; в)  $(x^2 - 6x + 5)^2$

2. Составьте уравнение касательной к графику функции  $f(x)$  в точке  $x_0$ .

$f(x) = \frac{2}{x^2} - x$ ,  $x_0 = -1$

3. Решите уравнение:

$f'(x) = f'(-2)$  если  $f(x) = \frac{x^2 - 3x}{x - 4}$

4. Составьте и решите неравенство  $f(x) \cdot f'(x) \leq 0$

$f(x) = x^2 - 2x - 3$

5. Материальная точка движется по закону

$x(t) = \frac{t^3}{3} - t^2 + 2t - 4$  (  $x$  – метров,  $t$  – в секундах)

Определите скорость точки в момент, когда ускорение точки в момент, когда ее ускорение равно нулю. ее скорость равна 1м/с.

6\*. Найдите все значения  $x$ , при которых выполняется равенство  $f'(x) = 0$ , если

$$f(x) = \cos 2x - x\sqrt{3} \text{ и } x \in [0; 4\pi]$$

**Спецификация контрольной работы по теме: «Понятие производной» 10 кл**

|   |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       |     |          |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| 1 | Нахождение производной                                                                   | Знание таблицы производных                                                                                                                                                                            | Б   | 4        |
| 2 | Составление уравнения касательной к графику функции                                      | Знание уравнения касательной к графику функции<br>Нахождение производной<br>Нахождение значений функции и производной в точке<br>составление уравнения касательной к графику функции<br>Запись ответа | Б   | 5        |
| 3 | Составление и решение уравнения с производной.                                           | Нахождение производной дроби<br>Нахождение производной в точке<br>Составление уравнения<br>Решение уравнения<br>Вычисления и запись ответа                                                            | Б   | 5        |
| 4 | Составление и решение неравенства с производной                                          | Нахождение производной<br>Составление неравенства<br>Решение неравенства<br>Запись ответа                                                                                                             | Б+П | 5        |
| 5 | Применение производной при решении физических задач или геометрический смысл производной | Нахождение скорости<br>Нахождение ускорения<br>Составление уравнения для нахождения времени<br>Или геометрический смысл производной<br>Нахождение конечного ответа                                    | П   | 5        |
| 6 | Составление и решение уравнения с производной на указанном интервале.                    | Нахождение производной.<br>Нахождение производной в точке<br>Составление уравнения<br>Решение уравнения повышенного уровня сложности.<br>Вычисления и запись ответа                                   | П   | 5        |
|   |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       |     | Всего:29 |

**Оценка выполнения работы**

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-13    | 14-20    | 21-25    | 26-29     |

**Демонстрационный вариант контрольной работы по математике по теме «Итоговая контрольная работа за курс алгебры 10 класса в формате ЕГЭ» 10 кл.  
Задания 1 части ЕГЭ (оцениваются в 1 балл)**

1. Найдите корень уравнения  $\sqrt{\frac{4}{4-7x}} = 0,4$ . 3. Найдите корень уравнения  $9^{x-10} = \frac{1}{3}$ .

4. Найдите корень уравнения  $\frac{1}{2x+5} = \frac{1}{3x-5} - 17 \sin 108^\circ$ .

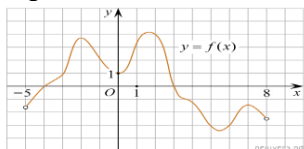
6. Найдите значение выражения  $\frac{\sin 54^\circ \cdot \sin 36^\circ}{\sin 54^\circ \cdot \sin 36^\circ}$ .

7. Найдите значение выражения  $\frac{(11a^4 \cdot b^2 - (6a^2b)^2) : (5a^4b)}{16^{2,3} \cdot 4^{2,6}}$  при  $b = 1$ .

8. Найдите значение выражения  $\frac{16^{2,3}}{4^{2,6}}$ .

9. Прямая  $y = 7x - 5$  параллельна касательной к графику функции  $y = x^2 + 6x - 8$ . Найдите абсциссу точки касания.

10. На рисунке изображен график функции  $y = f(x)$ , определенной на интервале  $(-5; 8)$ . Определите количество целых точек, в которых производная функции отрицательна.



11. Материальная точка движется прямолинейно по закону  $x(t) = 6t^2 - 48t + 17$  (где  $x$  — расстояние от точки отсчета в метрах,  $t$  — время в секундах, измеренное с начала движения). Найдите ее скорость (в м/с) в момент времени  $t = 9$  с.

13. Расстояние от наблюдателя, находящегося на высоте  $h$  м над землей, выраженное в километрах, до наблюдаемой им линии горизонта вычисляется по формуле  $l = \sqrt{\frac{Rh}{500}}$ , где  $R = 6400$  км — радиус Земли. Человек, стоящий на пляже, видит горизонт на расстоянии 4 км. На сколько метров нужно подняться человеку, чтобы расстояние до горизонта увеличилось до 48 километров?

14. Независимое агентство намерено ввести рейтинг новостных интернет-изданий на основе оценок информативности  $In$ , оперативности  $Op$ , объективности публикаций  $Tr$ , а также качества сайта  $Q$ . Каждый отдельный показатель оценивается читателями по 5-балльной шкале целыми числами от 1 до 5.

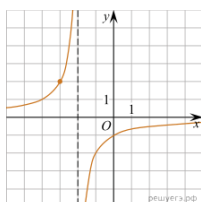
Аналитики, составляющие формулу рейтинга, считают, что объективность ценится втрое, а информативность публикаций — вдвое дороже, чем оперативность и качество сайта. Таким образом, формула приняла вид

$$R = \frac{2In + Op + 3Tr + Q}{A}$$

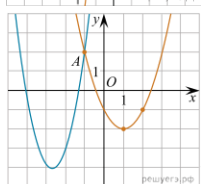
Каким должно быть число  $A$ , чтобы издание, у которого все оценки наибольшие, получило бы рейтинг 1?

15. Автомобиль, масса которого равна  $m = 2000$  кг, начинает двигаться с ускорением, которое в течение  $t$  секунд остаётся неизменным, и проходит за это время путь  $S = 1000$  метров. Значение силы (в ньютонах), приложенной в это время к автомобилю (тяги двигателя), равно  $F = \frac{2mS}{t^2}$ . Определите время после начала движения автомобиля, за которое он пройдет указанный путь, если известно, что сила  $F$ , приложенная к автомобилю, равна 1600 Н. Ответ выразите в секундах.

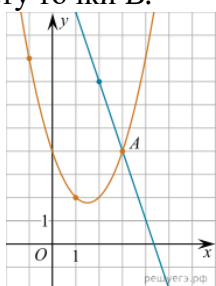
17. Имеется два сплава. Первый сплав содержит 5% меди, второй — 13% меди. Масса второго сплава больше массы первого на 9 кг. Из этих двух сплавов получили третий сплав, содержащий 10% меди. Найдите массу третьего сплава. Ответ дайте в килограммах.



18. На рисунке изображён график функции  $f(x) = \frac{k}{x+a}$ . Найдите  $f\left(6\frac{1}{3}\right)$ .



19. На рисунке изображены графики функций  $f(x) = 2x^2 + 11x + 11$  и  $g(x) = ax^2 + bx + c$ , которые пересекаются в точках A и B. Найдите ординату точки B.



20. На рисунке изображены графики функций  $f(x) = -3x + 13$  и  $g(x) = ax^2 + bx + c$ , которые пересекаются в точках A и B. Найдите ординату точки B.

23. Найдите наименьшее значение функции  $y = 14 \sin x + \frac{72}{\pi}x + 26$  на отрезке  $\left[-\frac{5\pi}{6}; 0\right]$ .

24. Найдите наименьшее значение функции  $y = \frac{2}{3}x\sqrt{x} - 3x + 7$  на отрезке  $[0; 13]$ .

26. Найдите наибольшее значение функции  $y = x + \frac{9}{x}$  на отрезке  $[-4; -1]$ .

**Задания с развернутым решением (оцениваются в соответствии с критериями):**

27. а) Решите уравнение  $\frac{\cos x - 1}{\cos x} + 2 \operatorname{ctg} x \cdot \sin x = 0$ .

- б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $\left[-\frac{5\pi}{2}; -\frac{\pi}{2}\right]$ .

28. а) Решите уравнение  $8 \cos^2 x + 2\sqrt{3} \sin\left(\frac{3\pi}{2} - x\right) = 9$ .

- б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $\left[-\frac{5\pi}{2}; -\pi\right]$ .

29. а) Решите уравнение  $\sin x \cos 2x + \sin x = \sqrt{3} \cos^2 x$ .

- б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $\left[-3\pi; -\frac{3\pi}{2}\right]$ .

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания заданий 27-31                                                                                                                                            | Баллы |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Обоснованно получены верные ответы в обоих пунктах.                                                                                                                                             | 2     |
| Обоснованно получен верный ответ в пункте а), ИЛИ получены неверные ответы из-за вычислительной ошибки, но при этом имеется верная последовательность всех шагов решения пункта а) и пункта б). | 1     |
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.                                                                                                                            | 0     |
| Максимальный балл                                                                                                                                                                               | 2     |

$$\frac{2022^{\cos 2x} - 2022^{\cos x}}{\sqrt{-2021 \sin x}} = 0.$$

31. а) Решите уравнение

б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $\left[-\frac{11\pi}{2}; -\frac{9\pi}{2}\right]$ .

36. Решите неравенство:  $x\sqrt{8} - 7x + 14\sqrt{8} > 57$ .

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания                                                                                                                                                               | Баллы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Обоснованно получен верный ответ                                                                                                                                                                     | 2     |
| Обоснованно получен ответ, отличающийся от верного исключением точек,<br>ИЛИ<br>получен неверный ответ из-за вычислительной ошибки, но при этом имеется верная последовательность всех шагов решения | 1     |
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.                                                                                                                                 | 0     |
| Максимальный балл                                                                                                                                                                                    | 2     |

38. В январе 2020 года Борис взял кредит в банке на сумму 4 200 000 рублей. По договору с банком Борис должен был погасить долг двумя равными платежами в феврале 2021 года и феврале 2022 года, при условии, что в январе 2021 года и январе 2022 года сумма оставшегося долга увеличивается на 10%. В феврале 2021 года Борис сделал первую выплату в соответствии с договором. После этого ему удалось договориться с банком о рефинансировании кредита и уменьшить процент, на который сумма долга вырастет в январе 2022 года, до 7%. Какую сумму сэкономит Борис на рефинансировании своего кредита?

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания                              | Баллы |
|---------------------------------------------------------------------|-------|
| Обоснованно получен верный ответ                                    | 2     |
| Верно построена математическая модель                               | 1     |
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше | 0     |
| Максимальный балл                                                   | 2     |

40. Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых система уравнений

$$\begin{cases} (x^2 - 5x - y + 3) \cdot \sqrt{x - y + 3} = 0, \\ y = 3x + a \end{cases}$$

имеет ровно два различных решения.

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания                                                                                                                                                                                             | Баллы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Обоснованно получен правильный ответ.                                                                                                                                                                                              | 4     |
| С помощью верного рассуждения получено множество значений $a$ , отличающееся от искомого только исключением/включением точки $a = -9$ и/или $a = 3$                                                                                | 3     |
| С помощью верного рассуждения получен промежуток $(-9; 3)$ множества значений $a$ , возможно, с включением граничных точек ИЛИ<br>получен неверный ответ из-за вычислительной ошибки, но при этом верно выполнены все шаги решения | 2     |
| Задача верно сведена к исследованию взаимного расположения параболы и прямых (аналитически или графически)                                                                                                                         | 1     |
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.                                                                                                                                                               | 0     |

41. Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых система уравнений

$$\begin{cases} (x-3)(3x-9-y) = |x-3|^3, \\ y = x+a \end{cases}$$

имеет ровно четыре различных решения.

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания                                                                                                                                                                       | Баллы |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Обоснованно получен правильный ответ.                                                                                                                                                                        | 4     |
| С помощью верного рассуждения получено множество значений $a$ , отличающееся от искомого только включением/исключением точки $a = -3$                                                                        | 3     |
| С помощью верного рассуждения получен один из промежутков множества значений $a$ : $(-4; -3)$ или $(-3; -2)$ ; возможно, с включением граничных точек                                                        | 2     |
| Задача верно сведена к исследованию взаимного расположения парабол и прямых (аналитически и графически) ИЛИ получен неверный ответ из-за вычислительной ошибки, но при этом верно выполнены все шаги решения | 1     |
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.                                                                                                                                         | 0     |
| Максимальный балл:                                                                                                                                                                                           | 4     |

**42.** Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых уравнение

$$(x^2 + \sqrt{a-x})^2 = (2x+1 + \sqrt{a-x})^2$$

имеет единственный корень на отрезке  $[-1; 1]$ .

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания                                                                                  | Баллы |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Обоснованно получен правильный ответ.                                                                                   | 4     |
| С помощью верного рассуждения получены все значения $a$ , но допущена арифметическая ошибка                             | 3     |
| С помощью верного рассуждения получены все значения $a$ , но пропущена одна из точек $a = -1$ или $a \geq 1 - \sqrt{2}$ | 2     |
| Задача верно сведена к исследованию возможного значения корней уравнения                                                | 1     |
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.                                                    | 0     |

**43.** Найдите все положительные значения  $a$ , при каждом из которых система уравнений

$$\begin{cases} (|x|-9)^2 + (y-5)^2 = 9, \\ (x+3)^2 + y^2 = a^2 \end{cases}$$

имеет единственное решение.

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания                                                                                                                                                                | Баллы |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Обоснованно получен верный ответ                                                                                                                                                                      | 4     |
| С помощью верного рассуждения получены оба верных значения параметра, но – или в ответ включены также и одно-два неверных значения (неучтено условие $a > 0$ ); – или решение недостаточно обосновано | 3     |
| С помощью верного рассуждения получено хотя бы одно верное значение параметра                                                                                                                         | 2     |
| Задача сведена к исследованию: – или взаимного расположения трёх окружностей; – или двух квадратных уравнений с параметром 1                                                                          | 1     |

|                                                                     |   |
|---------------------------------------------------------------------|---|
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше | 0 |
| Максимальный балл                                                   | 4 |

45. Найдите все целые отрицательные значения параметра  $a$ , при каждом из которых существует такое действительное число  $b > a$ , что неравенство  $20b \geq 6|2a + b| + 2|b - 2| - |2a - b| - 5|4a^2 - b + 2|$  не выполнено.

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания                                                       | Баллы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Обоснованно получен правильный ответ.                                                        | 4     |
| С помощью верного рассуждения получено все значения $a$ , но ответ содержит лишнее значение. | 3     |
| С помощью верного рассуждения получены все решения уравнения                                 | 2     |
| Задача верно сведена к исследованию возможного значения корней уравнения                     | 1     |
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.                         | 0     |

47. Дано трехзначное натуральное число, не кратное 100.

а) Может ли частное этого числа и суммы его цифр быть равным 89?

б) Может ли частное этого числа и суммы его цифр быть равным 86?

в) Какое наибольшее натуральное значение может иметь частное данного числа и суммы его цифр?

**Критерии проверки:**

| Критерии оценивания выполнения задания                                                                                                                                                                                                                                          | Баллы |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Верно получены все перечисленные (см. критерий на 1 балл) результаты.                                                                                                                                                                                                           | 4     |
| Верно получены три из перечисленных (см. критерий на 1 балл) результатов.                                                                                                                                                                                                       | 3     |
| Верно получены два из перечисленных (см. критерий на 1 балл) результатов.                                                                                                                                                                                                       | 2     |
| Верно получен один из следующих результатов:<br>— пример в п. а;<br>— обоснованное решение п. б;<br>— обоснование в п. в того, что $S$ может принимать все целые значения (отличные от $-1$ и $1$ );<br>— обоснование в п. в того, что равенства $S = -1$ и $S = 1$ невозможны. | 1     |
| Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.                                                                                                                                                                                                            | 0     |
| Максимальный балл                                                                                                                                                                                                                                                               | 4     |

# Ключ

| № п/п | № задания              |     |
|-------|------------------------|-----|
| 1     | <a href="#">530816</a> | -3  |
| 2     | <a href="#">514036</a> | 1   |
| 3     | <a href="#">2947</a>   | 9,5 |
| 4     | <a href="#">513419</a> | 10  |
| 5     | <a href="#">505097</a> | 2   |
| 6     | <a href="#">96871</a>  | -34 |
| 7     | <a href="#">66927</a>  | -5  |
| 8     | <a href="#">63051</a>  | 16  |

|    |                        |        |
|----|------------------------|--------|
| 9  | <a href="#">6007</a>   | 0,5    |
| 10 | <a href="#">7069</a>   | 5      |
| 11 | <a href="#">119975</a> | 60     |
| 12 | <a href="#">323383</a> | 6      |
| 13 | <a href="#">42635</a>  | 178,75 |
| 14 | <a href="#">319859</a> | 35     |
| 15 | <a href="#">517234</a> | 50     |
| 16 | <a href="#">639747</a> | 9,6    |
| 17 | <a href="#">109209</a> | 36     |
| 18 | <a href="#">508981</a> | -0,24  |

|    |                        |     |
|----|------------------------|-----|
| 19 | <a href="#">509263</a> | 167 |
| 20 | <a href="#">509160</a> | 22  |
| 21 | <a href="#">509076</a> | 79  |
| 22 | <a href="#">509421</a> | 5   |
| 23 | <a href="#">70487</a>  | -41 |
| 24 | <a href="#">642020</a> | -2  |
| 25 | <a href="#">3829</a>   | -15 |
| 26 | <a href="#">77474</a>  | -6  |

|    |                        |                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27 | <a href="#">622377</a> | а) $\left\{ \pm \frac{\pi}{3} + 2\pi k : k \in \mathbb{Z} \right\}$ ; б) $-\frac{7\pi}{3}, -\frac{5\pi}{3}$ .                                                              |
| 28 | <a href="#">514554</a> | а) $\left\{ -\frac{5\pi}{6} + 2\pi k, \frac{5\pi}{6} + 2\pi k : k \in \mathbb{Z} \right\}$ ; б) $-\frac{7\pi}{6}$ .                                                        |
| 29 | <a href="#">642778</a> | а) $\left\{ \frac{\pi}{2} + \pi k; \frac{\pi}{3} + 2\pi k; \frac{2\pi}{3} + 2\pi k : k \in \mathbb{Z} \right\}$ ; б) $-\frac{5\pi}{2}, -\frac{5\pi}{3}, -\frac{3\pi}{2}$ . |
| 30 | <a href="#">517459</a> | а) $\left\{ \frac{\pi}{6} + 2\pi k, \frac{5\pi}{6} + 2\pi k : k \in \mathbb{Z} \right\}$ ; б) $-\frac{19\pi}{6}$ .                                                         |
| 31 | <a href="#">624488</a> | а) $\left\{ -\frac{2\pi}{3} + 2\pi k : k \in \mathbb{Z} \right\}$ ; б) $-\frac{14\pi}{3}$ .                                                                                |
| 32 | <a href="#">637818</a> | б) $\arccos \frac{1}{36}$ .                                                                                                                                                |
| 33 | <a href="#">637453</a> | $(3; 4) \cup (4; 7) \cup (8; +\infty)$ .                                                                                                                                   |
| 34 | <a href="#">533831</a> | $(1; 2)$ .                                                                                                                                                                 |
| 35 | <a href="#">508533</a> | $[-1; 4)$ .                                                                                                                                                                |
| 36 | <a href="#">508447</a> | $(-\infty; \sqrt{8} - 7)$ .                                                                                                                                                |
| 37 | <a href="#">514675</a> | $[0; 3) \cup (3; 7]$ .                                                                                                                                                     |
| 38 | <a href="#">561179</a> | 66 000 рублей.                                                                                                                                                             |
| 39 | <a href="#">627641</a> | б) 5.                                                                                                                                                                      |
| 40 | <a href="#">643675</a> | $a = -13; -9 \leq a < 3$ .                                                                                                                                                 |
| 41 | <a href="#">514621</a> | $a \in (-4; -3) \cup (-3; -2)$ .                                                                                                                                           |
| 42 | <a href="#">525028</a> | $a \geq 1 - \sqrt{2}; a = -1$ .                                                                                                                                            |
| 43 | <a href="#">485952</a> | $\sqrt{61} - 3$ или 16.                                                                                                                                                    |
| 44 | <a href="#">654670</a> | система имеет единственное решение $(0; 1)$ при $a = -1$ .                                                                                                                 |
| 45 | <a href="#">518963</a> | -1.                                                                                                                                                                        |

|    |                        |                       |
|----|------------------------|-----------------------|
| 46 | <a href="#">563302</a> | $\pm 10$ .            |
| 47 | <a href="#">521670</a> | а) да; б) нет; в) 91. |

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |

## ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ

### Демонстрационный вариант контрольной работы по теории чисел по теме: «Элементы теории делимости»

1. Докажите, что дробь  $\frac{6n+7}{10n+12}$  несократима ни при каких натуральных  $n$ .
2. Произведение натурального числа и числа, записанного теми же цифрами, но в обратном порядке, равно 2430. Чему может быть равно исходное число?
3. Найдите остаток от деления  $22^{2024} + 55^{2025}$  на 7.
4. В натуральном числе поменяли местами две соседние цифры и из полученного числа вычли исходное. Докажите, что полученная разность всегда делится на 9.
5. Найдите все пары натуральных чисел, сумма которых равна 667, а частное от деления их НОК на их НОД равно 120.
6. Найдите все натуральные числа, которые делятся на 42 и имеют ровно 42 натуральных делителя.
7. Решите в натуральных числах уравнение:  $2y^2 - xy = x^2 + 2$
8. Решите в целых числах уравнение:  $x^2 = 3y + 23$
9. Три числа, сумма которых равна 12, образуют арифметическую прогрессию. Если второе число оставить без изменения, а первое и третье увеличить на 1, то получится геометрическая прогрессия. Найдите эти числа.
10. Все члены последовательности являются натуральными числами. Каждый член этой последовательности начиная со второго либо в 11 раз больше, либо в 11 раз меньше предыдущего. Сумма всех членов последовательности равна 2231. а) Может ли последовательность состоять из 2 членов? б) Может ли последовательность состоять из 3 членов? в) Какое наибольшее количество членов может быть в последовательности?

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |

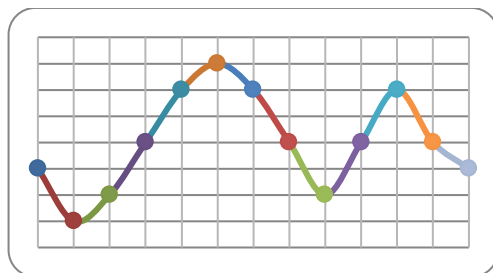
## НЕСТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ, НЕРАВЕНСТВ И ИХ КОНСТРУКЦИЙ

## НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

### Демонстрационный вариант контрольной работы по математике по теме: «Исследование функций с помощью производной»

(функции будут различные, не только такого типа)

1. Функция  $y = f(x)$  определена на промежутке  $(-5; 7)$  на рисунке изображен эскиз графика ее производной  $y = f'(x)$ . Найдите точки минимума и максимума функции  $f$ .



2. Найдите промежутки возрастания (убывания) функции, точки экстремума:

$$f(x) = (x-1)^3 (x-2)^2 + 4$$

3. Найдите наименьшее и наибольшее значения функции на отрезке:

$$f(x) = x^4 - 8x^2 + 1 \text{ на } [-1; 3] \text{ или } y = -5x^2 + x|x - 1| \text{ на промежутке } [0; 2]$$

4. Число 12 нужно представить в виде суммы двух неотрицательных слагаемых таким образом, чтобы произведение куба одного на удвоенное второе было наибольшим.

5. Исследуйте функции и постройте график (возможно применение второй производной):

$$y = \frac{x^2 - 1}{x^2 + 1} \text{ или } y = x^3 - 3x^2$$

6. Задание с параметром (№№ 42.29- 42.34, 45.5, 45.6 учебник 10 кл)

### Спецификация контрольной работы по теме: «Применение производной для исследования функций» 10 кл

| № задания | Проверяемый элемент содержания                                   | Проверяемые умения и способы действий                                                                                                                                                                                 | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Условия экстремумов функции                                      | Знание необходимого условия экстремума<br>Знание достаточного условия экстремума<br>Применение условий для выбора ответа                                                                                              | Б                                               | 3                                       |
| 2         | Промежутки возрастания и убывания функции                        | Знание условия возрастания и убывания функции и умение его применять.<br>Нахождение производной<br>Применение обобщенного метода интервалов<br>Запись ответа                                                          | Б                                               | 5                                       |
| 3         | Нахождение наибольшего и наименьшего значений функции на отрезке | Знание схемы исследования и умение ее применять.<br>Промежутки знакопостоянства и нули функции<br>Нахождение возрастания, убывания и экстремумы функции<br>Составление таблицы значений<br>Построение графика функции | Б                                               | 5                                       |

|   |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         |   |          |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|
| 4 | Нахождение наибольшего и наименьшего значений функции на отрезке в ходе решения задач; | Составление функции<br>Применение производной для решения нестандартных задач.<br>Нахождение наибольшего (наименьшего) значения функции на отрезке<br>Оформление решения и запись ответа                | П | 5        |
| 5 | Исследование функции с помощью производной.<br>Построение графика функции              | Знание схемы исследования функции.<br>Промежутки знакопостоянства и нули функции<br>Нахождение возрастания, убывания и экстремумы функции<br>Составление таблицы значений<br>Построение графика функции | П | 5        |
| 6 | Задание с параметром на применение знаний по теме Применение производной               | Умение применять изученный материал к заданиям повышенного уровня сложности. Параметр.                                                                                                                  | П | 5        |
|   |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         |   | Всего:28 |

#### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствии со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-12    | 13-19    | 20-24    | 25-28     |

## Демонстрационный вариант модульной работы по тем «Первообразная и интеграл»

1. Вычислите интеграл:

$$1) \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{dx}{\cos^2 x};$$

$$2) \int_1^2 \left( 6x^2 + \frac{1}{x^2} \right) dx.$$

2. Найдите первообразную функции  $f(x) = 4x^3 + 8x - 2$ , график которой проходит через точку  $A(1; 3)$ .

3. Вычислите интеграл:

$$1) \int_{-\pi}^{\pi} \left( 2\sin 2x - \frac{1}{3} \cos \frac{x}{3} \right) dx;$$

$$2) \int_0^1 \left( \frac{8}{\sqrt{8x+1}} - x \right) dx.$$

4. Найдите площадь фигуры, ограниченной графиками функций  $y = 4 - x^2$  и  $y = x + 2$ .

5. Для функции  $y = x^2 - 3x$  найдите такую первообразную, что прямая  $y = -2x$  является касательной к её графику.

6. Найдите объём тела, образованного вращением вокруг оси абсцисс фигуры, ограниченной линиями  $y = \sqrt{\sin x}$ ,  $y = 0$ ,  $x = \frac{\pi}{3}$  и  $x = \frac{\pi}{2}$ .

7. Используя геометрический смысл интеграла, вычислите  $\int_{-2}^2 \sqrt{4 - x^2} dx$ .

### Спецификация контрольной работы

| № задания | Проверяемый элемент содержания                                                                                       | Проверяемые умения и способы действий                                                                                                                      | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Интеграл. Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона–Лейбница                                             | Находить первообразные элементарных функций и вычислять интеграл по формуле Ньютона–Лейбница                                                               | Б                                               | 1                                       |
| 2         | Первообразная, основное свойство первообразных. Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных | Оперировать понятиями: первообразная и определённый интеграл. Находить первообразные элементарных функций и вычислять интеграл по формуле Ньютона–Лейбница | Б                                               | 1                                       |

|   |                                                                                                                      |                                                                                              |   |   |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 3 | Интеграл. Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона–Лейбница                                             | Находить первообразные элементарных функций и вычислять интеграл по формуле Ньютона–Лейбница | П | 1 |
| 4 | Геометрический смысл интеграла. Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур                           | Находить площади плоских фигур                                                               | П | 2 |
| 5 | Первообразная, основное свойство первообразных. Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных | Оперировать понятиями: первообразная и определённый интеграл                                 | П | 3 |
| 6 | Применение интеграла для нахождения объёмов геометрических тел                                                       | Находить объёмы тел с помощью определённого интеграла                                        | П | 3 |
| 7 | Геометрический смысл интеграла                                                                                       | Оперировать понятиями: первообразная и определённый интеграл                                 | П | 3 |

### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

|         |     |     |     |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| Отметка | «2» | «3» | «4» | «5» |
|---------|-----|-----|-----|-----|

|                           |         |          |          |           |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0 - 5   | 6 - 8    | 9 - 10   | 12 - 14   |

## УРАВНЕНИЯ, НЕРАВЕНСТВА И ИХ КОНСТРУКЦИИ

### Демонстрационный вариант контрольной работы по математике

#### по теме «Тригонометрические неравенства» 11 кл

1. Построить график и найти область определения и множество значений функции (и другие свойства):  $y = \sin x + 2$ ,  $y = 2\cos x - 2$ .

Или Выяснить, является ли функция  $y = x^2 + \cos x$  четной или нечетной.

2. Решите уравнение (с отбором корней на указанном промежутке)

а)  $2x + 3 \cos \cos x = 0$ ;  $\left[-\frac{3\pi}{2}; 0\right]$

б)  $3x - 5 \sin^2 x = \sin \sin 2x$ ;  $\left[\frac{\pi}{2}; 2\pi\right]$       в)  $\sin^2 x + \cos x \sin x = 0$ ;  $[-\pi; 2\pi]$

3. Решите неравенство

$1 - 2\cos x > 0$

4. а) Решите уравнение:  $(\cos x - 1)(\operatorname{tg} x + \sqrt{3})\sqrt{\cos x} = 0$ .

б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $\left[3\pi; \frac{9\pi}{2}\right]$ .

5. а) Решите уравнение  $\frac{26\cos^2 x - 23\cos x + 5}{13\sin x - 12} = 0$ .

б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие промежутку  $\left[-\frac{5\pi}{2}; -\pi\right]$ .

или решить неравенство:  $\frac{4\sin x \cdot \sin 2x - \sin^2 2x - 4 + 4\cos^2 x}{\sqrt{16 - 2^{(x-5)^2}}} \geq 0$ .

#### Спецификация контрольной работы по теме «Тригонометрические неравенства» 11 кл

| № задания | Проверяемый элемент содержания                       | Проверяемые умения и способы действий                                                                                                                                                                                         | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | График функции с преобразованиями. Свойства функции. | Умение строить график функции, применяя преобразования графиков. Знание свойств функций для определения для вычисления значения выражения функции на промежутке или ответ на другой вопрос – свойства функции. Запись решения | Б                                               | 3                                       |
| 2         | Решение уравнений и отбор корней на промежутке       | Знания формул тригонометрии для решения простейших тригонометрических уравнений с                                                                                                                                             | Б                                               | 6                                       |

|   |                                                |                                                                                                                                                           |     |          |
|---|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
|   |                                                | отбором корней на указанном промежутке<br>Запись решения и ответа                                                                                         |     |          |
| 3 | Решение неравенства                            | Знания свойств тригонометрических функций или тригонометрической окружности для решения простейшего неравенства.<br>Запись решения и ответа               | Б   | 2        |
| 4 | Решение уравнений и отбор корней на промежутке | Знания формул тригонометрии для решения тригонометрических уравнений с отбором корней на указанном промежутке<br>Запись решения и ответа                  | Б+П | 5        |
| 5 | Решение уравнений и отбор корней на промежутке | Знания формул тригонометрии для решения тригонометрических уравнений повышенного уровня сложности и отбор корней на промежутке<br>Запись решения и ответа | П   | 5        |
|   |                                                |                                                                                                                                                           |     | Всего:21 |

#### **Оценка выполнения работы**

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-9     | 10-14    | 15-17    | 18-21     |

**Демонстрационный вариант контрольной работы по математике  
по теме: «Системы рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений» 11 кл.**

1. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} 2^{x-y} \cdot 2^{xy} = 8, \\ 9^y = 3^{4-x}. \end{cases}$$

2. Решите систему логарифмических уравнений

$$\begin{cases} \log_5 x + \log_5 y = 1 + 2 \log_5 3, \\ 5^{\log_5(y-x)} = \log_5 625. \end{cases}$$

3. Решите систему, содержащую иррациональное уравнение

$$\begin{cases} \sqrt{x+3y+1} = 2, \\ \sqrt{2x-y+2} = 7y-6; \end{cases}$$

4. Решите систему рациональных уравнений

$$\begin{cases} \frac{1}{x+y} + \frac{1}{x-y} = 2, \\ \frac{3}{x+y} + \frac{4}{x-y} = 7 \end{cases}.$$

5. Задание повышенного уровня сложности, задание с параметром.

*Спецификация контрольной работы*

| № задания | Проверяемый элемент содержания                              | Проверяемые умения и способы действий                                     | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Решение системы показательных уравнений.                    | Умение решать основные типы систем показательных уравнений                | Б                                               | 3                                       |
| 2         | Решение системы логарифмических уравнений.                  | Умение решать основные типы систем логарифмических уравнений              | П                                               | 3                                       |
| 3         | Решение системы иррациональных уравнений.                   | Умение решать основные типы систем иррациональных уравнений               |                                                 | 3                                       |
| 4         | Решение системы рациональных уравнений.                     | Умение решать основные типы систем рациональных уравнений                 | П                                               | 3                                       |
| 5         | Задание повышенного уровня сложности, задание с параметром. | Умение решать задание повышенного уровня сложности, задание с параметром. |                                                 | 3                                       |

*Оценка выполнения работы*

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

|         |     |     |     |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| Отметка | «2» | «3» | «4» | «5» |
|---------|-----|-----|-----|-----|

|                           |         |          |          |           |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0 - 6   | 7 - 10   | 11 - 12  | 13 - 15   |

**РАСШИРЕНИЕ ПОНЯТИЯ ЧИСЛА: КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА**  
**Демонстрационный вариант контрольной работы по математике**  
**по теме «Комплексные числа» 11 кл**

1. Даны комплексные числа:  $z_1 = 2 - 3i$ ,  $z_2 = i + 1$ ,  $z_3 = -1 - i$ . Вычислите:

а)  $z_1 + z_2$ ; б)  $z_1 + z_3$ ; в)  $z_1 - z_2$ ; г)  $z_2 - z_3$ ; д)  $z_1 \cdot z_2$ ; е)  $z_3 \cdot z_2$ .

2. Вычислите: а)  $(2 - i)(2 + i) - (3 - 2i) + 7$ ; б)  $(1 + i)^4$ .

3. Найти частное комплексных чисел: а)  $\frac{1}{i}$ ; б)  $\frac{1}{1+i}$ ; в)  $\frac{5-i}{i+2}$ .

4. Представить следующие комплексные числа в тригонометрической форме:

а)  $-3$ ; б)  $-i$ ; в)  $1 + i$ ; г)  $-1 + i\sqrt{3}$ .

5. Решите уравнения в комплексных числах:

а)  $x^2 - 4x + 8 = 0$ ; б)  $x^2 + ix + 6 = 0$ .

**Спецификация контрольной работы по теме «Комплексные числа» 11 кл**

| № задания | Проверяемый элемент содержания                                        | Проверяемые умения и способы действий                                                                                                 | Уровень сложности задания (базовый, повышенный) | Максимальный балл за выполнение задания |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | Вычислить сумму, разность, произведение комплексных чисел (3 задания) | Знание теории по теме и умение применять ее для вычисления суммы, разности, произведения комплексных чисел<br>Запись решения и ответа | Б                                               | 3                                       |
| 2         | Вычисление значения выражения                                         | Знание теории по теме и умение выполнять действия с комплексными числами. Запись решения и ответа                                     | Б                                               | 3                                       |
| 3         | Вычисление частного                                                   | Знание теории по теме и умение                                                                                                        | Б                                               | 4                                       |

|   |                                                                      |                                                                                                                           |   |          |
|---|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|
|   | комплексных чисел<br>(3 задания)                                     | находить значение частного с комплексными числами. Запись решения и ответа                                                |   |          |
| 4 | Представить комплексные числа в тригонометрической форме (3 задания) | Знание теории по теме и умение представить следующие комплексные числа в тригонометрической форме Запись решения и ответа | П | 5        |
| 5 | Решите уравнения в комплексных числах                                | Знание теории по теме и умение решать уравнения в комплексных числах. Запись решения и ответа                             | П | 6        |
|   |                                                                      |                                                                                                                           |   | Всего:21 |

#### Оценка выполнения работы

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |
| Количество баллов         | 0-9     | 10-14    | 15-17    | 18-21     |

### НЕСТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ, НЕРАВЕНСТВ И ИХ КОНСТРУКЦИЙ

#### ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ

Демонстрационный вариант контрольной работы по теории чисел  
по теме: «Прикладные задачи теории чисел»

1. Докажите, что дробь  $\frac{6n+7}{10n+12}$  несократима ни при каких натуральных  $n$ .
2. Произведение натурального числа и числа, записанного теми же цифрами, но в обратном порядке, равно 2430. Чему может быть равно исходное число?
3. Найдите остаток от деления  $22^{2024} + 55^{2025}$  на 7.
4. В натуральном числе поменяли местами две соседние цифры и из полученного числа вычли исходное. Докажите, что полученная разность всегда делится на 9.
5. Найдите все пары натуральных чисел, сумма которых равна 667, а частное от деления их НОК на их НОД равно 120.
6. Найдите все натуральные числа, которые делятся на 42 и имеют ровно 42 натуральных делителя.
7. Решите в натуральных числах уравнение:  $2y^2 - xy = x^2 + 2$
8. Решите в целых числах уравнение:  $x^2 = 3y + 23$
9. Три числа, сумма которых равна 12, образуют арифметическую прогрессию. Если второе число оставить без изменения, а первое и третье увеличить на 1, то получится геометрическая прогрессия. Найдите эти числа.
10. Все члены последовательности являются натуральными числами. Каждый член этой последовательности начиная со второго либо в 11 раз больше, либо в 11 раз меньше предыдущего. Сумма всех членов последовательности равна 2231. а) Может ли последовательность состоять из 2 членов? б) Может ли последовательность состоять из 3 членов? в) Какое наибольшее количество членов может быть в последовательности?

Отметка за работу ставится в соответствие со следующей шкалой:

| Отметка                   | «2»     | «3»      | «4»      | «5»       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Процент выполнения работы | 0 – 45% | 46 – 69% | 70 – 86% | 87 – 100% |

# ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

## 10 КЛАСС

| № п/п                                               | Тема урока                                                                                                          | Количество часов |                    |                     | Дата изучения | Электронные цифровые образовательные ресурсы |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|----------------------------------------------|
|                                                     |                                                                                                                     | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |               |                                              |
| Теория элементарных функций                         |                                                                                                                     |                  |                    |                     |               |                                              |
| Модуль 1 Повторение и расширение сведений о функции |                                                                                                                     |                  |                    |                     |               |                                              |
| 1                                                   | Множество, операции над множествами и их свойства. Диаграммы Эйлера - Венна.                                        | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 2                                                   | Применение теоретико-множественного аппарата для решения задач                                                      | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 3                                                   | Степень с целым показателем. Бином Ньютона                                                                          | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 4                                                   | Элементарные функции (линейная, квадратичная, дробно-линейная, степенная функция с натуральным и целым показателем) | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 5                                                   | Функции и их свойства и график                                                                                      | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 6                                                   | Наибольшее и наименьшее значение функции. Максимумы и минимумы функции                                              | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 7                                                   | Четные и нечетные функции. Периодичность функции                                                                    | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 8                                                   | Взаимно-обратные функции. Композиция функций                                                                        | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 9                                                   | Построение графиков функций с помощью геометрических преобразований                                                 | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 10                                                  | Элементарное исследование и построение графиков функций                                                             | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 11                                                  | Элементарное исследование и построение графиков функций                                                             | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 12                                                  | Элементарное исследование и построение графиков функций                                                             | 1                |                    |                     |               |                                              |
| Тригонометрия                                       |                                                                                                                     |                  |                    |                     |               |                                              |
| Модуль 1 Тригонометрические функции                 |                                                                                                                     |                  |                    |                     |               |                                              |
| 13                                                  | Радианная мера угла                                                                                                 | 1                |                    |                     |               |                                              |
| 14                                                  | Радианная мера угла                                                                                                 | 1                |                    |                     |               |                                              |

|                                                                                     |                                                                                             |   |   |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 15                                                                                  | Тригонометрические функции числового аргумента                                              | 1 |   |  |  |  |
| 16                                                                                  | Тригонометрические функции числового аргумента                                              | 1 |   |  |  |  |
| 17                                                                                  | Тригонометрические функции числового аргумента                                              | 1 |   |  |  |  |
| 18                                                                                  | Знаки значений тригонометрических функций. Чётность и нечётность тригонометрических функций | 1 |   |  |  |  |
| 19                                                                                  | Знаки значений тригонометрических функций. Чётность и нечётность тригонометрических функций | 1 |   |  |  |  |
| 20                                                                                  | Периодические функции. О сумме периодических функций                                        | 1 |   |  |  |  |
| 21                                                                                  | Периодические функции. О сумме периодических функций                                        | 1 |   |  |  |  |
| 22                                                                                  | Свойства и графики функций $y = \sin x$ и $y = \cos x$                                      | 1 |   |  |  |  |
| 23                                                                                  | Свойства и графики функций $y = \operatorname{tg} x$ и $y = \operatorname{ctg} x$           | 1 |   |  |  |  |
| 24                                                                                  | Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента                                        | 1 |   |  |  |  |
| 25                                                                                  | Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента                                        | 1 |   |  |  |  |
| 26                                                                                  | Устный зачет по теме модуля 1 «Тригонометрические функции»                                  | 1 | 1 |  |  |  |
| Модуль 2 Соотношения между тригонометрическими функциями одного и того же аргумента |                                                                                             |   |   |  |  |  |
| 27                                                                                  | Основные тригонометрические тождества                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 28                                                                                  | Основные соотношения между тригонометрическими функциями одного и того же аргумента         | 1 |   |  |  |  |
| 29                                                                                  | Формулы сложения                                                                            | 1 |   |  |  |  |
| 30                                                                                  | Формулы сложения                                                                            | 1 |   |  |  |  |
| 31                                                                                  | Формулы приведения                                                                          | 1 |   |  |  |  |
| 32                                                                                  | Формулы приведения                                                                          | 1 |   |  |  |  |
| 33                                                                                  | Формулы двойного и половинного углов                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 34                                                                                  | Формулы двойного и половинного углов                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 35                                                                                  | Формулы тройного угла                                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 36                                                                                  | Сумма и разность синусов и косинусов                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 37                                                                                  | Сумма и разность тангенсов и котангенсов                                                    | 1 |   |  |  |  |
| 38                                                                                  | Формулы преобразования произведения тригонометрических функций в сумму                      | 1 |   |  |  |  |
| 39                                                                                  | Обобщение и систематизация изученного материала по теме "Формулы Тригонометрии"             | 1 |   |  |  |  |

|                                                  |                                                                                                                  |   |   |  |  |  |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 40                                               | Обобщение и систематизация изученного материала по теме "Формулы тригонометрии"                                  | 1 |   |  |  |  |
| 41                                               | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 42                                               | Контрольная работа по теме модуля 3 «Соотношения между тригонометрическими функциями одного и того же аргумента» | 1 | 1 |  |  |  |
| Уравнения, неравенства и их конструкции          |                                                                                                                  |   |   |  |  |  |
| Модуль 1 Простейшие тригонометрические уравнения |                                                                                                                  |   |   |  |  |  |
| 43                                               | Уравнение $\cos x = b$                                                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 44                                               | Уравнение $\cos ax = b$                                                                                          | 1 |   |  |  |  |
| 45                                               | Уравнение $\cos (k\pi/n - ax) = b$                                                                               | 1 |   |  |  |  |
| 46                                               | Уравнение $\sin ax = b$                                                                                          | 1 |   |  |  |  |
| 47                                               | Уравнение $\sin ax = b, \sin (k\pi/n - ax) = b$                                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 48                                               | Уравнения $\operatorname{tg} x = b$ и $\operatorname{ctg} x = b$                                                 | 1 |   |  |  |  |
| 49                                               | Решение простейших тригонометрических уравнений                                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 50                                               | Решение простейших тригонометрических уравнений                                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 51                                               | Устный зачет по теме модуля 4 Простейшие тригонометрические уравнения                                            | 1 | 1 |  |  |  |
| Модуль 2 Тригонометрические уравнения            |                                                                                                                  |   |   |  |  |  |
| 52                                               | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим (сводящиеся к квадратным)                              | 1 |   |  |  |  |
| 53                                               | Системы тригонометрических уравнений,                                                                            | 1 |   |  |  |  |
| 54                                               | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим (однородные)                                           | 1 |   |  |  |  |
| 55                                               | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим (метод замены)                                         | 1 |   |  |  |  |
| 56                                               | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим (введение вспомогательного аргумента)                  | 1 |   |  |  |  |
| 57                                               | Решение тригонометрических уравнений методом разложения на множители                                             | 1 |   |  |  |  |
| 58                                               | Решение тригонометрических уравнений методом разложения на множители                                             | 1 |   |  |  |  |
| 59                                               | О равносильных переходах при решении тригонометрических уравнений                                                | 1 |   |  |  |  |
| 60                                               | Контрольная работа по теме модуля 5 «Тригонометрические уравнения»                                               | 1 | 1 |  |  |  |

| Теория элементарных функция                |                                                                                       |   |   |  |  |  |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| Модуль 2 Степенная и показательная функции |                                                                                       |   |   |  |  |  |
| 61                                         | Определение корня $n$ -й степени. Функция корень $n$ -ой степени                      | 1 |   |  |  |  |
| 62                                         | Определение корня $n$ -й степени. Функция корень $n$ -ой степени                      | 1 |   |  |  |  |
| 63                                         | Свойства корня $n$ -й степени                                                         | 1 |   |  |  |  |
| 64                                         | Свойства корня $n$ -й степени                                                         | 1 |   |  |  |  |
| 65                                         | Степень с рациональным показателем и ее свойства                                      | 1 |   |  |  |  |
| 66                                         | Тождественные преобразования выражений, содержащих степень с рациональным показателем | 1 |   |  |  |  |
| 67                                         | Тождественные преобразования выражений, содержащих степень с рациональным показателем | 1 |   |  |  |  |
| 68                                         | Показательная функция, ее свойства и график                                           | 1 |   |  |  |  |
| 69                                         | Показательная функция, ее свойства и график                                           | 1 |   |  |  |  |
| 70                                         | Функция $e$ в степени $x$                                                             | 1 |   |  |  |  |
| 71                                         | Функционально-графический способ решения показательных уравнений                      | 1 |   |  |  |  |
| 72                                         | Показательные уравнения                                                               | 1 |   |  |  |  |
| 73                                         | Основные методы решения показательных уравнений                                       | 1 |   |  |  |  |
| 74                                         | Основные методы решения показательных уравнений                                       | 1 |   |  |  |  |
| 75                                         | Контрольная работа «Степенная и показательная функции»                                | 1 | 1 |  |  |  |
| Модуль 3 Логарифмическая функция           |                                                                                       |   |   |  |  |  |
| 76                                         | Логарифм числа. Свойства логарифма                                                    | 1 |   |  |  |  |
| 77                                         | Логарифм числа. Свойства логарифма                                                    | 1 |   |  |  |  |
| 78                                         | Логарифм числа. Свойства логарифма                                                    | 1 |   |  |  |  |
| 79                                         | Десятичные и натуральные логарифмы                                                    | 1 |   |  |  |  |
| 80                                         | Логарифмическая функция, ее свойства и график                                         | 1 |   |  |  |  |
| 81                                         | Логарифмическая функция, ее свойства и график                                         | 1 |   |  |  |  |
| 82                                         | Логарифмическая функция, ее свойства и график                                         | 1 |   |  |  |  |
| 83                                         | Логарифмическая функция, ее свойства и график                                         | 1 |   |  |  |  |
| 84                                         | Простейшие логарифмические уравнения                                                  | 1 |   |  |  |  |

|                                |                                                                               |   |   |  |  |  |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 85                             | Логарифмические уравнения, сводящиеся к квадратным.                           | 1 |   |  |  |  |
| 86                             | Логарифмические уравнения. Метод разложения на множители                      | 1 |   |  |  |  |
| 87                             | Логарифмические уравнения. Метод замены                                       | 1 |   |  |  |  |
| 88                             | Логарифмические уравнения. (Переменное основание)                             | 1 |   |  |  |  |
| 89                             | Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений                     | 1 |   |  |  |  |
| 90                             | Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений                     | 1 |   |  |  |  |
| 91                             | Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений                     | 1 |   |  |  |  |
| 92                             | Обобщение и систематизация изученного материала                               | 1 |   |  |  |  |
| 93                             | Контрольная работа по теме модуля 2 "Логарифмические уравнения и неравенства" | 1 | 1 |  |  |  |
| Начала математического анализа |                                                                               |   |   |  |  |  |
| Модуль 1 Понятие производной   |                                                                               |   |   |  |  |  |
| 94                             | Представление о пределе функции в точке и о непрерывности функции в точке     | 1 |   |  |  |  |
| 95                             | Представление о пределе функции в точке и о непрерывности функции в точке     | 1 |   |  |  |  |
| 96                             | Непрерывные функции и их свойства                                             | 1 |   |  |  |  |
| 97                             | Точки разрыва. Асимптоты графика функции                                      | 1 |   |  |  |  |
| 98                             | Задачи о мгновенной скорости и касательной к графику функции                  | 1 |   |  |  |  |
| 99                             | Задачи о мгновенной скорости и касательной к графику функции                  | 1 |   |  |  |  |
| 100                            | Понятие производной                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 101                            | Понятие производной                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 102                            | Понятие производной. Первая и вторая производная функции                      | 1 |   |  |  |  |
| 103                            | Правила вычисления производных (Производная линейной комбинации функций)      | 1 |   |  |  |  |
| 104                            | Производная произведения                                                      | 1 |   |  |  |  |
| 105                            | Производная частного                                                          | 1 |   |  |  |  |
| 106                            | Производная композиции функций                                                | 1 |   |  |  |  |
| 107                            | Производная композиции функций                                                | 1 |   |  |  |  |
| 108                            | Производная сложной функции                                                   | 1 |   |  |  |  |
| 109                            | Уравнение касательной к графику функции                                       | 1 |   |  |  |  |

|                                                                     |                                                                                                  |   |   |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 110                                                                 | Уравнение касательной к графику функции                                                          | 1 |   |  |  |  |
| 111                                                                 | Применение свойств непрерывных функции для решения задач                                         | 1 |   |  |  |  |
| 112                                                                 | Применение свойств непрерывных функции для решения задач                                         | 1 |   |  |  |  |
| 113                                                                 | Контрольная работа по теме модуля 6 «Производная»                                                | 1 | 1 |  |  |  |
| Теория чисел                                                        |                                                                                                  |   |   |  |  |  |
| Модуль 1 Множество действительных чисел                             |                                                                                                  |   |   |  |  |  |
| 114                                                                 | Натуральные и целые числа. Отношение делимости. Деление с остатком                               | 1 |   |  |  |  |
| 115                                                                 | Натуральные и целые числа. Отношение делимости. Деление с остатком                               | 1 |   |  |  |  |
| 116                                                                 | Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби   | 1 |   |  |  |  |
| 117                                                                 | Применение дробей и процентов для решения прикладных задач                                       | 1 |   |  |  |  |
| 118                                                                 | Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа                                        | 1 |   |  |  |  |
| 119                                                                 | Арифметические операции над действительными числами                                              | 1 |   |  |  |  |
| 120                                                                 | Модуль действительного числа и его свойства                                                      | 1 |   |  |  |  |
| 121                                                                 | Последовательности. Способы задания последовательностей                                          | 1 |   |  |  |  |
| 122                                                                 | Метод математической индукции                                                                    | 1 |   |  |  |  |
| 123                                                                 | Арифметическая и геометрическая прогрессии. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии | 1 |   |  |  |  |
| 124                                                                 | Формула сложных процентов в задачах ЕГЭ                                                          | 1 |   |  |  |  |
| 125                                                                 | Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера                        | 1 |   |  |  |  |
| 126                                                                 | Оценка плюс пример                                                                               | 1 |   |  |  |  |
| 127                                                                 | Оценка плюс пример в задачах ЕГЭ                                                                 | 1 |   |  |  |  |
| 128                                                                 | Приближенные вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений             | 1 |   |  |  |  |
| 129                                                                 | Контрольная работа по теме модуля 1 «Множество действительных чисел                              | 1 | 1 |  |  |  |
| Нестандартные методы решения уравнений, неравенств и их конструкций |                                                                                                  |   |   |  |  |  |
| Модуль 1 Элементы линейной алгебры                                  |                                                                                                  |   |   |  |  |  |
| 130                                                                 | Линейные и квадратные уравнения с модулем                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 131                                                                 | Линейные и квадратные уравнения с модулем                                                        | 1 |   |  |  |  |

|                                                                  |                                                                                                                                                        |   |   |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 132                                                              | Решение систем линейных уравнений. Матрица системы линейных уравнений.                                                                                 | 1 |   |  |  |  |
| 133                                                              | Определитель матрицы $2 \times 2$ , его геометрический смысл и свойства, вычисление его значения, применение определителя для решения системы линейных | 1 |   |  |  |  |
| 134                                                              | Определитель матрицы $2 \times 3$ , его геометрический смысл и свойства, вычисление его значения, применение определителя для решения системы линейных | 1 |   |  |  |  |
| 135                                                              | Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений.                                                                                         | 1 |   |  |  |  |
| 136                                                              | Исследование построенной модели с помощью матриц и определителей.                                                                                      | 1 |   |  |  |  |
| 137                                                              | Построение математических моделей реальной ситуации с помощью уравнений и неравенств                                                                   | 1 |   |  |  |  |
| 138                                                              | Применение уравнений и неравенств к решению задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов           | 1 |   |  |  |  |
| 139                                                              | Применение уравнений и неравенств к решению задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов           | 1 |   |  |  |  |
| 140                                                              | Уравнения и неравенства с параметром. Решение заданий ЕГЭ                                                                                              | 1 |   |  |  |  |
| 141                                                              | Уравнения и неравенства с параметром. Решение заданий ЕГЭ                                                                                              | 1 |   |  |  |  |
| 142                                                              | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 143                                                              | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 144                                                              | Контрольная работа по теме модуля 1 "Элементы линейной алгебры"                                                                                        | 1 | 1 |  |  |  |
| Модуль 2 Показательные и логарифмические уравнения и неравенства |                                                                                                                                                        |   |   |  |  |  |
| 145                                                              | Показательные уравнения, неравенства, сводящиеся к алгебраическим (сводящиеся к квадратным)                                                            | 1 |   |  |  |  |
| 146                                                              | Показательные уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (однородные)                                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 147                                                              | Показательные уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (метод замены)                                                                      | 1 |   |  |  |  |

|                                                                     |                                                                                              |     |    |   |  |  |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|---|--|--|
| 148                                                                 | Показательные уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (метод рационализации)    | 1   |    |   |  |  |
| 149                                                                 | Решение показательных уравнений и неравенств методом разложения на множители                 | 1   |    |   |  |  |
| 150                                                                 | Показательные уравнения и неравенства с параметром                                           | 1   |    |   |  |  |
| 151                                                                 | Решение показательных уравнений и неравенств разного типа                                    | 1   |    |   |  |  |
| 152                                                                 | Решение показательных уравнений и неравенств разного типа                                    | 1   |    |   |  |  |
| 153                                                                 | Логарифмические уравнения неравенства, сводящиеся к алгебраическим (сводящиеся к квадратным) | 1   |    |   |  |  |
| 154                                                                 | Логарифмические уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (однородные)            | 1   |    |   |  |  |
| 155                                                                 | Логарифмические уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (метод замены)          | 1   |    |   |  |  |
| 156                                                                 | Логарифмические уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (метод рационализации)  | 1   |    |   |  |  |
| 157                                                                 | Решение логарифмических уравнений и неравенств методом разложения на множители               | 1   |    |   |  |  |
| 158                                                                 | Логарифмические уравнения и неравенства с параметром                                         | 1   |    |   |  |  |
| 159                                                                 | Решение логарифмических уравнений и неравенств разного типа                                  | 1   |    |   |  |  |
| 160                                                                 | Решение логарифмических уравнений и неравенств разного типа                                  | 1   |    |   |  |  |
| 161                                                                 | Обобщение и систематизация изученного материала                                              | 1   |    |   |  |  |
| 162                                                                 | Контрольная работа по теме модуля "Показательные и логарифмические уравнения и неравенства"  | 1   | 1  |   |  |  |
| Начала математического анализа                                      |                                                                                              |     |    |   |  |  |
| Модуль 2 Решение задач из различных областей науки и реальной жизни |                                                                                              |     |    |   |  |  |
| 163                                                                 | Обобщение и систематизация изученного материала                                              | 1   |    |   |  |  |
| 164                                                                 | Обобщение и систематизация изученного материала                                              | 1   |    |   |  |  |
| 165                                                                 | Итоговая контрольная работа за курс алгебры 10 класса в формате ЕГЭ                          | 1   | 1  |   |  |  |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ                                 |                                                                                              | 165 | 11 | 0 |  |  |

## 11 КЛАСС

| №<br>п/п                                            | Тема урока                                                                                                                                                    | Количество часов |                           |                            | Дат<br>а<br>изуч<br>ени<br>я | Электро<br>нные<br>цифровы<br>е<br>образова<br>тельные<br>ресурсы |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                     |                                                                                                                                                               | Всего            | Контро<br>льные<br>работы | Практи<br>ческие<br>работы |                              |                                                                   |
| Начала математического анализа                      |                                                                                                                                                               |                  |                           |                            |                              |                                                                   |
| Модуль 1 Исследование функций с помощью производной |                                                                                                                                                               |                  |                           |                            |                              |                                                                   |
| 1                                                   | Признаки возрастания и убывания функции                                                                                                                       | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 2                                                   | Признаки возрастания и убывания функции                                                                                                                       | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 3                                                   | Признаки возрастания и убывания функции                                                                                                                       | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 4                                                   | Точки экстремума функции                                                                                                                                      | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 5                                                   | Точки экстремума функции                                                                                                                                      | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 6                                                   | Применение производной при нахождении наибольшего и наименьшего значений функции                                                                              | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 7                                                   | Применение производной при нахождении наибольшего и наименьшего значений функции на отрезке                                                                   | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 8                                                   | Вторая производная. Понятие выпуклости функции                                                                                                                | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 9                                                   | Исследование функции с использованием производной                                                                                                             | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 10                                                  | Построение графиков функций                                                                                                                                   | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 11                                                  | Построение графиков функций                                                                                                                                   | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 12                                                  | Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 13                                                  | Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |
| 14                                                  | Композиция функций                                                                                                                                            | 1                |                           |                            |                              |                                                                   |



| Модуль 1 Тригонометрические неравенства                              |                                                                                   |   |   |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 35                                                                   | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                 | 1 |   |  |  |  |
| 36                                                                   | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                 | 1 |   |  |  |  |
| 37                                                                   | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |   |  |  |  |
| 38                                                                   | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |   |  |  |  |
| 39                                                                   | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |   |  |  |  |
| 40                                                                   | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |   |  |  |  |
| 41                                                                   | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |   |  |  |  |
| 42                                                                   | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |   |  |  |  |
| 43                                                                   | Простейшие тригонометрические неравенства                                         | 1 |   |  |  |  |
| 44                                                                   | Решение тригонометрических неравенств с помощью тригонометрической окружности     | 1 |   |  |  |  |
| 45                                                                   | Графическое решение тригонометрических неравенств                                 | 1 |   |  |  |  |
| 46                                                                   | Решение тригонометрических неравенств методом интервалов                          | 1 |   |  |  |  |
| 47                                                                   | Обобщение и систематизация изученного материала                                   | 1 |   |  |  |  |
| 48                                                                   | Обобщение и систематизация изученного материала                                   | 1 |   |  |  |  |
| 49                                                                   | Обобщение и систематизация изученного материала                                   | 1 |   |  |  |  |
| 50                                                                   | Контрольная работа по теме модуля 1 "Тригонометрические неравенства"              | 1 | 1 |  |  |  |
| Модуль 2 Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства |                                                                                   |   |   |  |  |  |
| 51                                                                   | Методы решения простейших иррациональных неравенств                               | 1 |   |  |  |  |
| 52                                                                   | Методы решения простейших иррациональных неравенств                               | 1 |   |  |  |  |
| 53                                                                   | Методы решения простейших показательных неравенств                                | 1 |   |  |  |  |

|    |                                                                   |   |  |  |  |  |
|----|-------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|--|
| 54 | Методы решения простейших показательных неравенств                | 1 |  |  |  |  |
| 55 | Методы решения простейших логарифмических неравенств              | 1 |  |  |  |  |
| 56 | Методы решения простейших логарифмических неравенств              | 1 |  |  |  |  |
| 57 | Решение логарифмических неравенств (переменное основание)         | 1 |  |  |  |  |
| 58 | Решение логарифмических неравенств (переменное основание)         | 1 |  |  |  |  |
| 59 | Основные методы решения трансцендентных неравенств                | 1 |  |  |  |  |
| 60 | Основные методы решения трансцендентных неравенств                | 1 |  |  |  |  |
| 61 | Основные методы решения трансцендентных неравенств                | 1 |  |  |  |  |
| 62 | Основные методы решения трансцендентных неравенств                | 1 |  |  |  |  |
| 63 | Основные методы решения трансцендентных неравенств                | 1 |  |  |  |  |
| 64 | Основные методы решения трансцендентных неравенств                | 1 |  |  |  |  |
| 65 | Графические методы решения трансцендентных уравнений и неравенств | 1 |  |  |  |  |
| 66 | Графические методы решения трансцендентных уравнений и неравенств | 1 |  |  |  |  |
| 67 | Графические методы решения трансцендентных уравнений и неравенств | 1 |  |  |  |  |
| 68 | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                    | 1 |  |  |  |  |
| 69 | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                    | 1 |  |  |  |  |
| 70 | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                    | 1 |  |  |  |  |
| 71 | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                    | 1 |  |  |  |  |
| 72 | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                    | 1 |  |  |  |  |
| 73 | Обобщение и систематизация изученного материала                   | 1 |  |  |  |  |
| 74 | Обобщение и систематизация изученного материала                   | 1 |  |  |  |  |

|                                                                                          |                                                                                                                                                                     |   |   |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 75                                                                                       | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                                                                     | 1 |   |  |  |  |
| 76                                                                                       | Контрольная работа по теме модуля 2 "Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства"                                                                   | 1 | 1 |  |  |  |
| Модуль 3 Системы рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений |                                                                                                                                                                     |   |   |  |  |  |
| 77                                                                                       | Уравнение, корень уравнения. Система и совокупность уравнений                                                                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 78                                                                                       | Равносильные уравнения и уравнения-следствия.                                                                                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 79                                                                                       | Равносильные системы и системы-следствия.                                                                                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 80                                                                                       | Основные методы решения систем и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений                                              | 1 |   |  |  |  |
| 81                                                                                       | Основные методы решения систем и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений                                              | 1 |   |  |  |  |
| 82                                                                                       | Основные методы решения систем и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений                                              | 1 |   |  |  |  |
| 83                                                                                       | Основные методы решения систем и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений                                              | 1 |   |  |  |  |
| 84                                                                                       | Применение уравнений, систем и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов | 1 |   |  |  |  |
| 85                                                                                       | Применение уравнений, систем и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов | 1 |   |  |  |  |
| 86                                                                                       | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                                                                     | 1 |   |  |  |  |
| 87                                                                                       | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                                                                     | 1 |   |  |  |  |
| 88                                                                                       | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                                                                     | 1 |   |  |  |  |

|                                                                                 |                                                                                                                       |   |   |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 89                                                                              | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 90                                                                              | Контрольная работа по теме модуля 3 "Системы рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений" | 1 | 1 |  |  |  |
| Расширение понятия числа: комплексные числа                                     |                                                                                                                       |   |   |  |  |  |
| Модуль 1 Комплексные числа                                                      |                                                                                                                       |   |   |  |  |  |
| 91                                                                              | Множество комплексных чисел                                                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 92                                                                              | Действия над комплексными числами                                                                                     | 1 |   |  |  |  |
| 93                                                                              | Действия над комплексными числами                                                                                     | 1 |   |  |  |  |
| 94                                                                              | Действия над комплексными числами                                                                                     | 1 |   |  |  |  |
| 95                                                                              | Комплексная плоскость                                                                                                 | 1 |   |  |  |  |
| 96                                                                              | Тригонометрическая форма комплексного числа                                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 97                                                                              | Тригонометрическая форма комплексного числа                                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 98                                                                              | Тригонометрическая форма комплексного числа                                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 99                                                                              | Умножение и деление комплексных чисел, записанных в тригонометрической форме                                          | 1 |   |  |  |  |
| 100                                                                             | Умножение и деление комплексных чисел, записанных в тригонометрической форме                                          | 1 |   |  |  |  |
| 101                                                                             | Корень n-ой степени из комплексного числа                                                                             | 1 |   |  |  |  |
| 102                                                                             | Решение алгебраических уравнений на множестве комплексных чисел                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 103                                                                             | Решение алгебраических уравнений на множестве комплексных чисел                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 104                                                                             | Обобщение и систематизация изученного материала                                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 105                                                                             | Контрольная работа по теме модуля «Комплексные числа»                                                                 | 1 | 1 |  |  |  |
| Нестандартные методы решения уравнений, неравенств и их конструкций             |                                                                                                                       |   |   |  |  |  |
| Модуль 1 Иррациональные, показательные, логарифмические уравнения и неравенства |                                                                                                                       |   |   |  |  |  |
| 106                                                                             | Рациональные уравнения и неравенства высших степеней. Теорема Безу                                                    | 1 |   |  |  |  |

|     |                                                                                                              |   |  |  |  |  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|--|
| 107 | Рациональные уравнения и неравенства высших степеней. Теорема Безу                                           | 1 |  |  |  |  |
| 108 | Обобщенный метод интервалов для решения иррациональных неравенств                                            | 1 |  |  |  |  |
| 109 | Иррациональные уравнения и неравенства. Применение обобщенного метода интервалов                             | 1 |  |  |  |  |
| 110 | Иррациональные уравнения и неравенства. Метод знакотожественных множителей                                   | 1 |  |  |  |  |
| 111 | Иррациональные уравнения и неравенства. Метод знакотожественных множителей                                   | 1 |  |  |  |  |
| 112 | Показательные и логарифмические уравнения неравенства, сводящиеся к алгебраическим (сводящиеся к квадратным) | 1 |  |  |  |  |
| 113 | Показательные и логарифмические уравнения неравенства, сводящиеся к алгебраическим (однородные)              | 1 |  |  |  |  |
| 114 | Показательные и логарифмические уравнения неравенства, сводящиеся к алгебраическим (метод замены)            | 1 |  |  |  |  |
| 115 | Показательные и логарифмические уравнения неравенства, сводящиеся к алгебраическим (метод рационализации)    | 1 |  |  |  |  |
| 116 | Решение показательных и логарифмических уравнений и неравенств методом разложения на множители               | 1 |  |  |  |  |
| 117 | Решение показательных уравнений и неравенств разного типа                                                    | 1 |  |  |  |  |
| 118 | Решение показательных уравнений и неравенств разного типа                                                    | 1 |  |  |  |  |
| 119 | Логарифмические уравнения неравенства, сводящиеся к алгебраическим (сводящиеся к квадратным)                 | 1 |  |  |  |  |
| 120 | Логарифмические уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (однородные)                            | 1 |  |  |  |  |
| 121 | Логарифмические уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (метод замены)                          | 1 |  |  |  |  |

|                                                                     |                                                                                                             |   |   |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 122                                                                 | Логарифмические уравнения и неравенства, сводящиеся к алгебраическим (метод рационализации)                 | 1 |   |  |  |  |
| 123                                                                 | Решение логарифмических уравнений и неравенств методом разложения на множители                              | 1 |   |  |  |  |
| 124                                                                 | Логарифмические уравнения и неравенства с параметром                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 125                                                                 | Логарифмические уравнения и неравенства с параметром                                                        | 1 |   |  |  |  |
| 126                                                                 | Решение логарифмических уравнений и неравенств разного типа                                                 | 1 |   |  |  |  |
| 127                                                                 | Решение логарифмических уравнений и неравенств разного типа                                                 | 1 |   |  |  |  |
| 128                                                                 | Обобщение и систематизация изученного материала                                                             | 1 |   |  |  |  |
| 129                                                                 | Контрольная работа по теме модуля "Иррациональные, показательные и логарифмические уравнения и неравенства" | 1 | 1 |  |  |  |
| Модуль 2 Решение задач из различных областей науки и реальной жизни |                                                                                                             |   |   |  |  |  |
| 130                                                                 | Решение задач на проценты, сплавы и смеси                                                                   | 1 |   |  |  |  |
| 131                                                                 | Решение задач на движение по прямой                                                                         | 1 |   |  |  |  |
| 132                                                                 | Решение задач на движение по воде                                                                           | 1 |   |  |  |  |
| 133                                                                 | Решение задач на совместную работу                                                                          | 1 |   |  |  |  |
| 134                                                                 | Обобщенный метод интервалов для решения иррациональных неравенств                                           | 1 |   |  |  |  |
| 135                                                                 | Обобщенный метод интервалов для решения иррациональных неравенств                                           | 1 |   |  |  |  |
| 136                                                                 | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим (сводящиеся к квадратным)                         | 1 |   |  |  |  |
| 137                                                                 | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим (однородные)                                      | 1 |   |  |  |  |
| 138                                                                 | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим (метод замены)                                    | 1 |   |  |  |  |

|                                         |                                                                                                 |   |   |  |  |  |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|--|
| 139                                     | Тригонометрические уравнения, сводящиеся к алгебраическим (введение вспомогательного аргумента) | 1 |   |  |  |  |
| 140                                     | Решение тригонометрических уравнений методом разложения на множители                            | 1 |   |  |  |  |
| 141                                     | Тригонометрические уравнения с параметром                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 142                                     | Тригонометрические уравнения с параметром                                                       | 1 |   |  |  |  |
| 143                                     | Решение тригонометрических уравнений разного типа                                               | 1 |   |  |  |  |
| 144                                     | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 145                                     | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 146                                     | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 147                                     | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 148                                     | Решение уравнений и неравенств смешанного типа                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 149                                     | Обобщение и систематизация изученного материала                                                 | 1 |   |  |  |  |
| 150                                     | Контрольная работа по теме модуля "Решение задач из различных областей науки и реальной жизни"  | 1 | 1 |  |  |  |
| Теория чисел                            |                                                                                                 |   |   |  |  |  |
| Модуль 1 Прикладные задачи теории чисел |                                                                                                 |   |   |  |  |  |
| 151                                     | Формулы сокращенного умножения, их обобщения                                                    | 1 |   |  |  |  |
| 152                                     | Деление с остатком. Арифметика остатков                                                         | 1 |   |  |  |  |
| 153                                     | Метод математической индукции.                                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 154                                     | Метод математической индукции.                                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 155                                     | Метод математической индукции.                                                                  | 1 |   |  |  |  |
| 156                                     | Уравнения в целых числах. Разные методы решения.                                                | 1 |   |  |  |  |
| 157                                     | Уравнения в целых числах. Разные методы решения.                                                | 1 |   |  |  |  |
| 158                                     | Уравнения в целых числах. Разные методы решения.                                                | 1 |   |  |  |  |

|                                     |                                                                             |     |   |   |  |  |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|--|--|
| 159                                 | Арифметика остатков в задачах ЕГЭ                                           | 1   |   |   |  |  |
| 160                                 | Десятичная запись числа в задачах ЕГЭ                                       | 1   |   |   |  |  |
| 161                                 | Неравенства и оценки в задачах теории чисел                                 | 1   |   |   |  |  |
| 162                                 | Неравенства и оценки в задачах теории чисел                                 | 1   |   |   |  |  |
| 163                                 | Последовательности и прогрессии в задачах ЕГЭ                               | 1   |   |   |  |  |
| 164                                 | Последовательности и прогрессии в задачах ЕГЭ                               | 1   |   |   |  |  |
| 165                                 | Контрольная работа по теме модуля 1 «Решение прикладных задач теории чисел» | 1   | 1 |   |  |  |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                             | 165 | 9 | 0 |  |  |

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

### **ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧЕНИКА**

1. Математика. Алгебра и начала математического анализа. 10 класс: учебник: углубленный уровень / Мерзляк А.Г., Номировский Д.А., Поляков В.М. – М.: Просвещение, 2022;
2. Математика. Алгебра и начала математического анализа. 11 класс: учебник: углубленный уровень / Мерзляк А.Г., Номировский Д.А., Поляков В.М. – М.: Просвещение, 2021

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ**

1. Алгебра и начала математического анализа. 10 класс. Углубленный уровень. Методическое пособие - Буцко Е.В., Мерзляк А.Г. и др. – М: Вентана-Граф, 2019
2. Алгебра. 10 класс. Самостоятельные и контрольные работы. Углубленный уровень. Мерзляк А.Г., Якир М.С., Полонский В.Б. – М: Вентана-Граф: 2021;
3. Алгебра и начала математического анализа. 11 класс. Углубленный уровень. Методическое пособие - Буцко Е.В., Мерзляк А.Г. и др. – М: Вентана-Граф, 2019
4. Алгебра. 11 класс. Самостоятельные и контрольные работы. Углубленный уровень. Мерзляк А.Г. М: Вентана-Граф, 2020

## **ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕСУРСЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

1. ФГИС «Моя школа»
2. ГИС «Электронная школа» Новосибирской области
3. Сферум.
4. РЕШУ ЕГЭ
5. Федеральный центр информационно – образовательных ресурсов (ФЦИОР)  
<http://fcior.edu.ru>
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
7. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
8. Российский общеобразовательный портал <http://www.school.edu.ru>