Учреждение образования «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Информационных технологий

Кафедра Информатики и веб-дизайна

Специальность Дизайн электронных и веб-изданий

**ОТЧЕТ**

**О ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

По дисциплине Программирование компьютерной графики

Исполнитель

студента III курса, группы  10   Е. Д. Янукович

подпись, дата инициалы и фамилия

Руководитель

доцент, канд. техн. наук Р. О. Короленя

должность, ученая степень, ученое звание подпись, дата инициалы и фамилия

Отчет защищен \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

подпись инициалы и фамилия

Минск 2024

**Содержание**

[Лабораторная работа №1 3](#_Toc179962166)

[Лабораторная работа №2 5](#_Toc179962167)

[Лабораторная работа №3 8](#_Toc179962168)

[Лабораторная работа №4 9](#_Toc179962169)

[Лабораторная работа №5 12](#_Toc179962170)

[Лабораторная работа №6 13](#_Toc179962171)

[Лабораторная работа №7 16](#_Toc179962172)

[Лабораторная работа №8 18](#_Toc179962173)

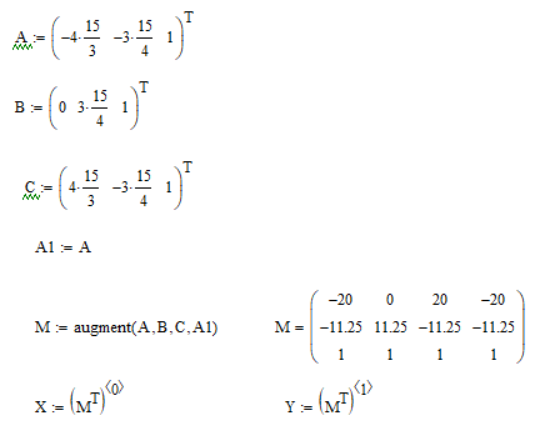
# **Лабораторная работа №1**

*Задание.*

На плоскости XOY задан треугольник, координаты вершин которого имеют значения A, B, C. Выполнить три последовательных поворота фигуры (треугольник на угол 90° против часовой стрелки (в положительном направлении).

*Решение.*

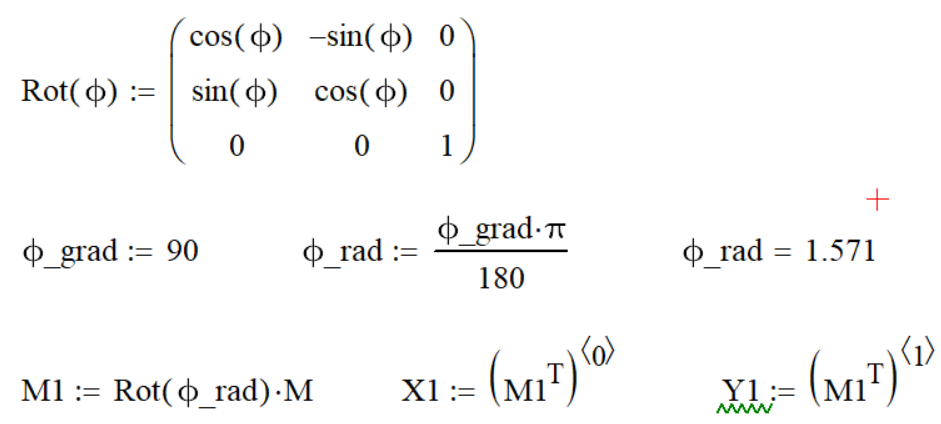
Сначала нужно создать транспонированные векторы с координатами точек согласно варианту и объединить их в общую матрицу. При этом важно добавить к каждой точке дополнительную координату, равную длине единичного вектора. Строим график функции. Точки, матрицы и график функции представлены на рисунке 1.1.

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 1.1 – Координаты точек треугольника, общая матрица и график функции

Далее мы создаём матрицу поворота. Угол поворота ставим на 90 градусов и переводим в радианы. Поворачиваем матрицу. Матрица поворота, угол и график функций представлены на рисунке 1.2.



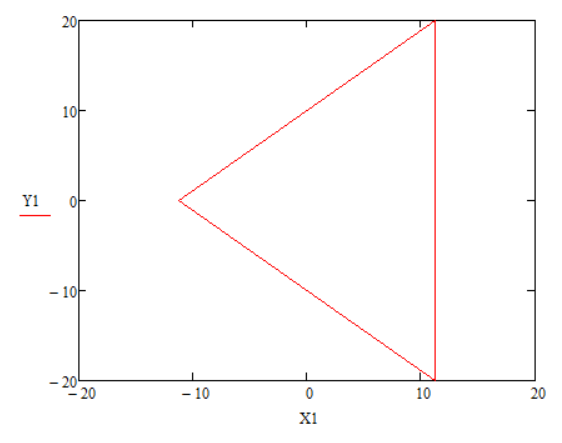


Рисунок 1.2 – Матрица поворота, угол поворота и график функции

Выполняем аналогичные действия ещё 2 раза (рисунок 1.3). По итогу получим фигуру, которая была повёрнута на 270 градусов относительно начального положения.

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, Параллельный

Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как линия, диаграмма, График, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 1.3 – Повернутая 2 раза матрица

*Вывод*

В ходе лабораторной работы, используя исходные данные в виде координат треугольника, была создана общая матрица и матрица поворота. Были построены графики, отображающие треугольники, соответствующие исходным координатам. В результате перемножения матрицы поворота и общей матрицы треугольник был повёрнут трижды на угол 90 градусов.

# **Лабораторная работа №2**

*Задание*

В системе координат XOY задан Δ ABC. Δ ABC поворачивается относительно точки A на угол 90° по часовой стрелке, а затем смещается относительно своего нового положения на расстояние 2 единицы по оси X и на 3 единицы по оси Y. Определить новые координаты вершин Δ ABC в системе координат XOY поэтапно.

*Решение*

Первым шагом является создание транспонированных векторов координат треугольника, а также составление матрицы переноса, матрицы поворота, матрицы исходных координат в виде «столбцов» и угла. Отличительной чертой данной работы является сдвиг матрицы на определённое количество шагов, задаваемое переменными dx и dy. Все указанные элементы показаны на рисунке 2.1.

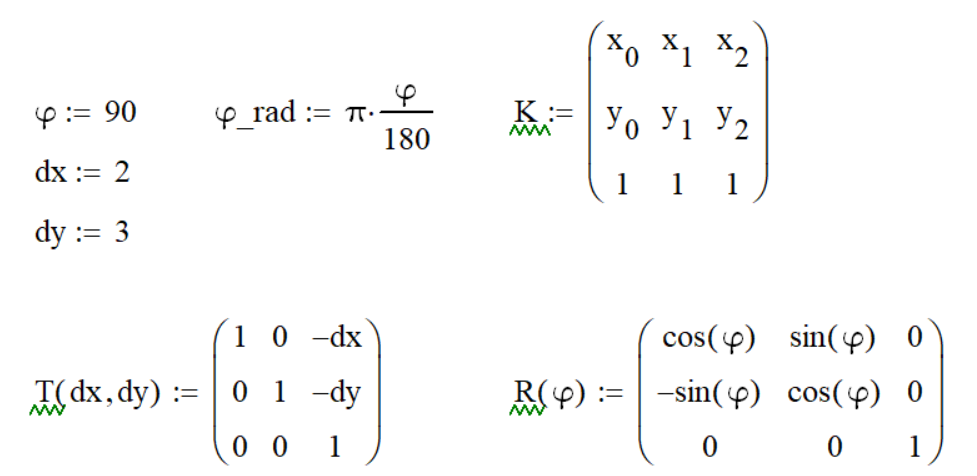
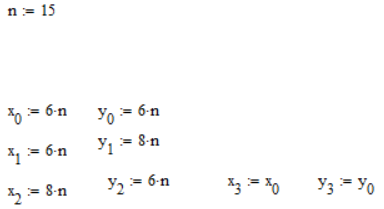
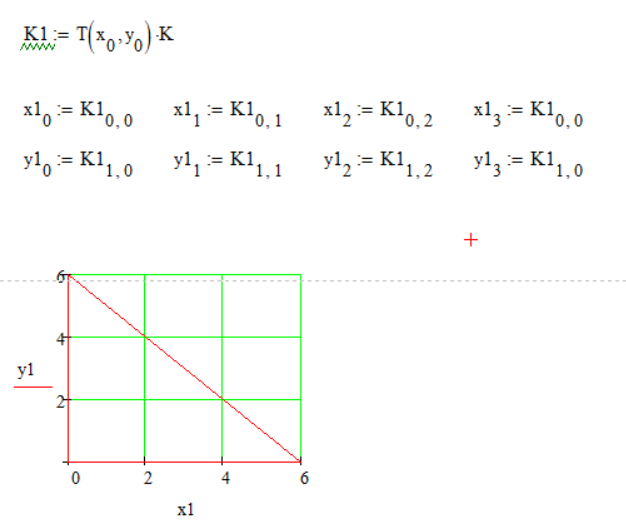


Рисунок 2.1 – Основные элементы в работе

Далее нужно произвести поэтапные преобразования при помощи перемножения матрицы переноса и матрицы исходных координат «столбцы». Это нужно для переноса начала координат в точку А. Потом идёт точечный выбор координат из полученной матрицы и составление графика функции y1(x1). Преобразование матрицы и график функции представлены на рисунке 2.2.



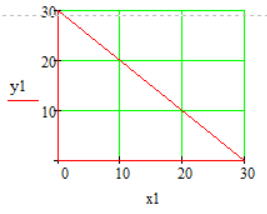
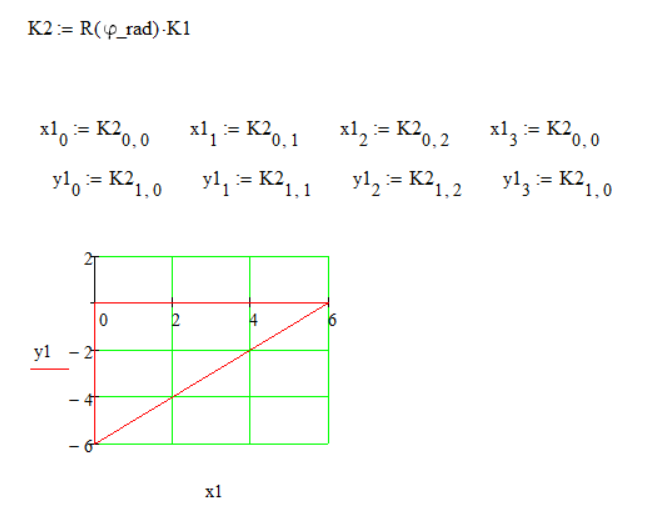


Рисунок 2.2 – Преобразование матрицы и график функции

Далее матрица поворачивается на угол 90 градусов при помощи перемножения матрицы поворота и ранее полученной перемещенной матрицы К1. Также проводим выборку точек и составляем график функции y1(x1). Поворот и график функций представлены на рисунке 2.3.



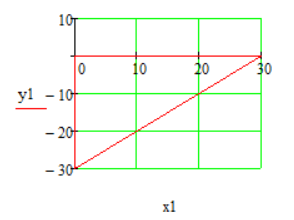
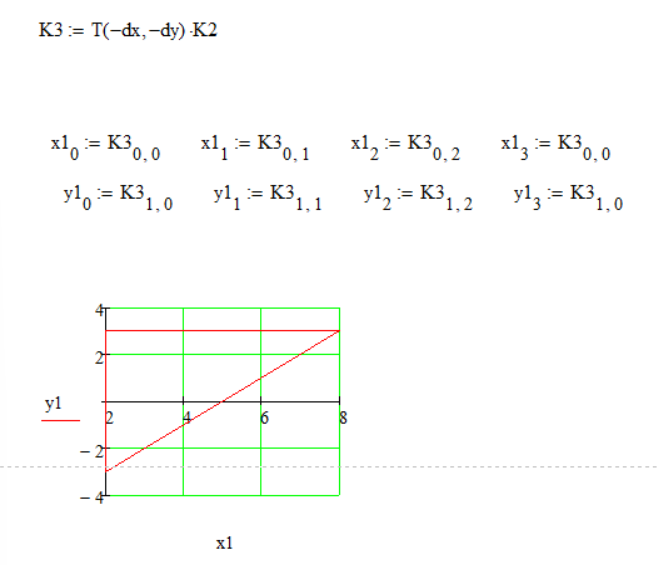


Рисунок 2.3. – Поворот матрицы К1 и составление графика функций

Следующим шагом является перемещение треугольника по осям при помощи описанных выше координат dx и dy. Для этого необходимо перемножить матрицу переноса с параметрами -dx и -dy на результат поворота K2. Составим график функции y1(x1). Результат вычислений и график функций представлен на рисунке 2.4.



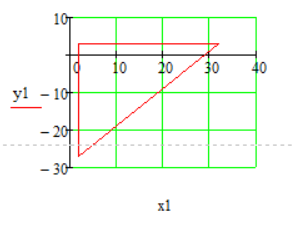
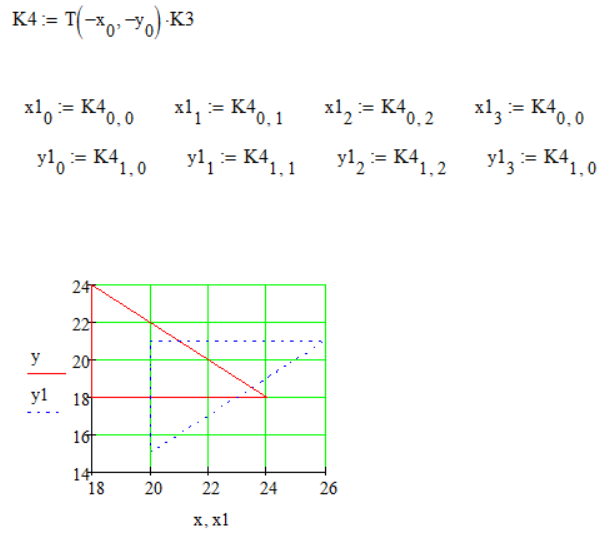


Рисунок 2.4 – Перемещение треугольника на dx и dy единицы по осям.

После перемещения система координат треугольника сместилась из своего начального положения. Чтобы вернуть её на место, необходимо перемножить матрицу переноса с нулевыми параметрами с матрицей K3 из предыдущего расчёта. Далее выбираем координаты точек и строим график, добавляя на него исходный треугольник. Результаты вычислений и график с возвращённой системой координат представлены на рисунке 2.5.



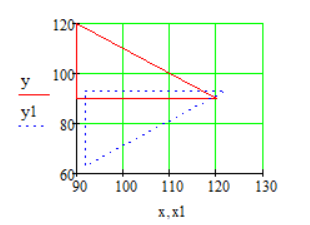


Рисунок 2.5 – Треугольник, с возвращенной в начальное положение системой координат

*Вывод*

В результате лабораторной работы, используя исходные данные в виде координат треугольника, угла поворота и величин смещения по осям X и Y, был построен треугольник, повернутый на 90 градусов и перемещённый на 2 единицы по оси X и 3 единицы по оси Y. Построен график y1(x1) и проведено сравнение с изначальным графиком y(x).

# **Лабораторная работа №3**

*Задание*

В системе координат XOY задан Δ ABC. Δ ABC поворачивается относительно точки A на угол 90° по часовой стрелке, а затем смещается относительно своего нового положения на расстояние 2 единицы по оси X и на 3 единицы по оси Y.

*Решение*

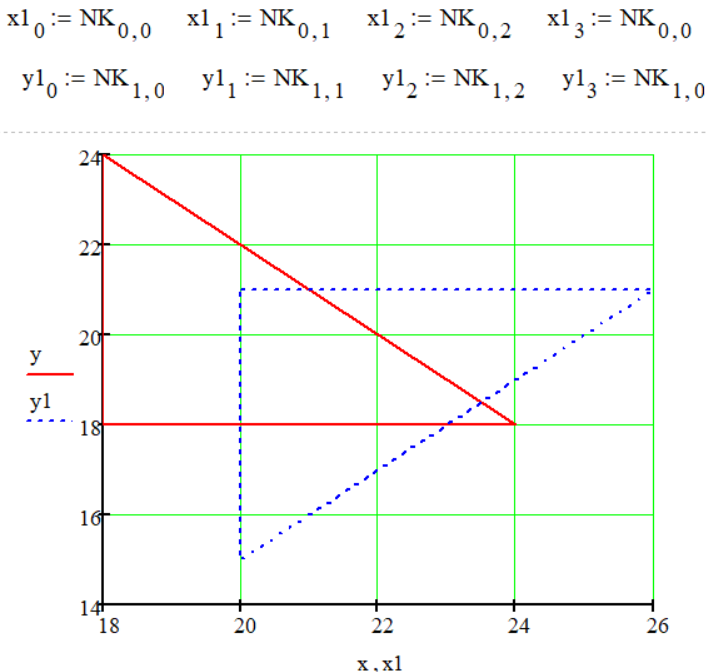
Все основные элементы взяты из прошлой лабораторной работы.

Данная лабораторная работа предлагает альтернативный способ поворота и перемещения треугольника, используя для этого формулу композиции преобразований, представленной на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Формула композиции преобразований

В данной формуле все необходимые преобразования выполняются сразу, путем перемножения матриц переноса и поворота с матрицей исходных координат в виде «столбцов». В результате этих преобразований получается матрица NK с итоговыми координатами точек, которая соответствует итоговой матрице К4 из предыдущей лабораторной работы. Далее производится выборка координат точек и построение графиков функций y(x) и y1(x1), представленных на рисунке 3.2.



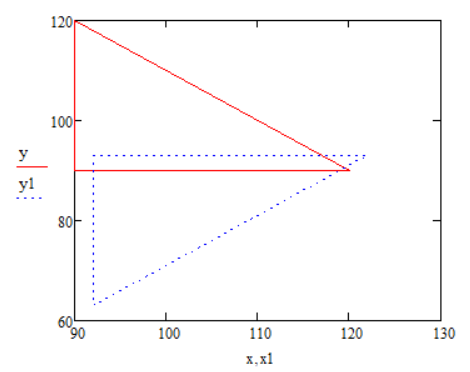


Рисунок 3.2 – Результат композиции преобразований

*Вывод*

В результате лабораторной работы, исходя из координат треугольника, угла поворота и величин смещения по осям X и Y, была получена матрица композиции преобразований. На её основе построен график функции y1(x1) и проведено сравнение с исходным графиком y(x). Результат оказался идентичен матрице K4 из предыдущей лабораторной работы.

# **Лабораторная работа №4**

*Задание*

В системе координат XOY задан Δ ABC. Δ ABC поворачивается относительно точки A на угол 90° по часовой стрелке, а затем смещается относительно своего нового положения на расстояние 2 единицы по оси X и на 3 единицы по оси Y. Определить новые координаты вершин Δ ABC в системе координат XOY поэтапно.

*Решение*

Данная работа основана на другой лабораторной работе под номером 3. Только отличительной чертой стала нотация «Вектор-строка». Все основные показаны на рисунке 4.1.

Изображение выглядит как текст, Шрифт, рукописный текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 4.1 – Основные элементы в работе

Следующим шагом являются поэтапные преобразования при помощи перемножения матрицы переноса и матрицы исходных координат. Это нужно для переноса начала координат в точку А. При перемножении мы поменяли матрицу переноса и матрицу исходных данных местами. Потом идёт точечный выбор координат из полученной матрицы и составление графика функции y1(x1). При точечной выборке индексы также меняются местами. Преобразование матрицы и график функции 4.2.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, График

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 4.2 – Преобразование матрицы и график функции

Дальнейшие действия также не будут отличатся от лабораторной работы №3, кроме смены местами матриц при перемножении и индексов при точечной выборке.

Далее матрица поворачивается на угол 90 градусов при помощи перемножения матрицы поворота и ранее полученной перемещенной матрицы К1. Также проводим выборку точек и составляем график функции y1(x1). Поворот и график функций представлены на рисунке 4.3.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, График

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 4.3. – Поворот матрицы К1 и составление графика функций

Следующим шагом является перемещение треугольника по осям при помощи описанных выше координат dx и dy. Для этого необходимо перемножить матрицу переноса с параметрами -dx и -dy на результат поворота K2. Составим график функции y1(x1). Результат вычислений и график функций представлен на рисунке 4.4.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, Параллельный

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как диаграмма, линия, График, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 4.4 – Перемещение треугольника на dx и dy единицы по осям.

После перемещения система координат треугольника сместилась из своего начального положения. Чтобы вернуть её на место, необходимо перемножить матрицу переноса с нулевыми параметрами с матрицей K3 из предыдущего расчёта. Далее выбираем координаты точек и строим график, добавляя на него исходный треугольник. Результаты вычислений и график с возвращённой системой координат представлены на рисунке 4.5.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, График

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рисунок 4.5 – Треугольник, с возвращенной в начальное положение системой координат

*Вывод*

В результате лабораторной работы, используя исходные данные в виде координат треугольника, угла поворота и величин смещения по осям X и Y, был построен треугольник, повернутый на 90 градусов и перемещённый на 2 единицы по оси X и 3 единицы по оси Y. Построен график y1(x1) и проведено сравнение с графиком y(x).

# **Лабораторная работа №5**

*Задание*

В системе координат XOY задан Δ ABC. Δ ABC поворачивается относительно точки A на угол 90° по часовой стрелке, а затем смещается относительно своего нового положения на расстояние 2 единицы по оси X и на 3 единицы по оси Y.

*Решение*

Все основные элементы взяты из прошлой лабораторной работы. Сама работа идёт от 3 лабораторной работы, отличие в том, что нотация «Вектор-строка», поэтому математические операции реверсивны.

Данная лабораторная работа предлагает альтернативный способ поворота и перемещения треугольника, используя для этого формулу композиции преобразований, представленной на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1 – Формула композиции преобразований

В данной формуле все необходимые преобразования выполняются сразу, путем перемножения матрицей исходных координат в виде «строк» с матрицами поворота и переноса. В результате этих преобразований получается матрица NK с итоговыми координатами точек, которая соответствует итоговой матрице К4 из предыдущей лабораторной работы. Далее производится выборка координат точек и построение графиков функций y(x) и y1(x1), представленных на рисунке 5.2.

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 5.2 – Результат композиции преобразований

*Вывод*

В результате лабораторной работы, исходя из координат треугольника, угла поворота и величин смещения по осям X и Y, была получена матрица композиции преобразований. На её основе построен график функции y1(x1) и проведено сравнение с исходным графиком y(x). Результат оказался идентичен матрице K4 из предыдущей лабораторной работы.

# **Лабораторная работа №6**

*Задание*

В мировой системе координат (МСК) заданы координаты вершин треугольника ABC. Отобразить фигуру в прямоугольной области окна Windows.

*Решение*

*Первый способ*

Первым делом нужно указать координаты точек нашего треугольника и указать координаты углов области отображения. Исходные данные представлены на рисунке 6.1.

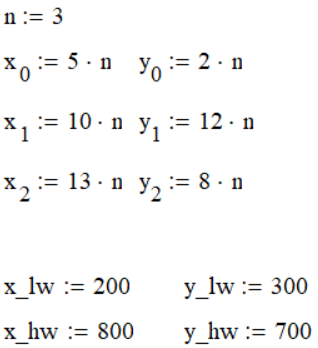


Рисунок 6.1 – Исходные данные

Далее нужно обозначить левый верхний угол в МСК (Мировой системе координат) и правый нижний угол в МСК. Расчёты координат углов представлены на рисунке 6.2.

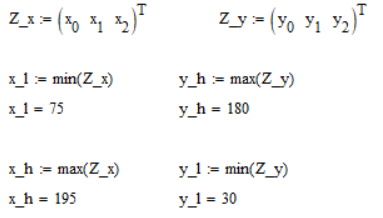


Рисунок 6.2 – Расчёты координат углов

Нужно сформировать матрицу пересчёта из МСК в ОСК (оконная система координат). Для этого высчитываем ширину и высоту областей отображения МСК и ОСК. Далее создаём матрицу пересчёта. Размеры областей отображения и матрица пересчёта представлены на рисунке 6.3.

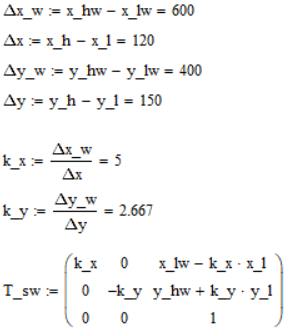


Рисунок 6.3 – Размера областей отображения и матрица пересчёта

Последним шагов данного способа является подсчёт координат вершин в ОСК. Координаты вершин в ОСК представлены на рисунке 6.4.

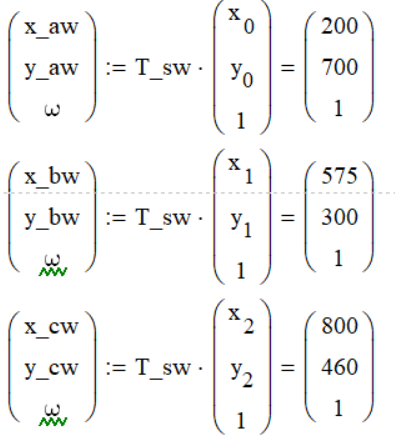


Рисунок 6.4 – Координаты вершин в ОСК

*Второй способ*

Для второго способа мы составляем матрицу M\_ABC в МСК. Далее рассчитываем матрицу в ОСК путём перемножения матрицы пересчёта на матрицу в МСК. А после отбираем вершины из матрицы. Все вышеперечисленные действия представлены на рисунке 6.5.

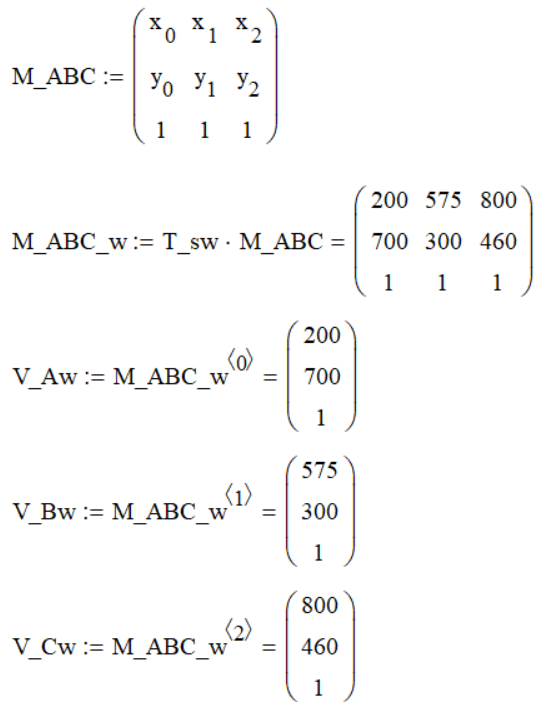


Рисунок 6.5 – Матрицы в МСК и ОСК

Последнее действие – это высчитываем матрицы X и Y для МСК и X\_w и Y\_w для ОСК. При этом В ОСК у Y\_w стоит знак минус, т.к начало координат находится в левом верхнем углу (так сложилось). Выводим графики. Матрицы для МСК и ОСК и графики представлены на рисунке 6.6.

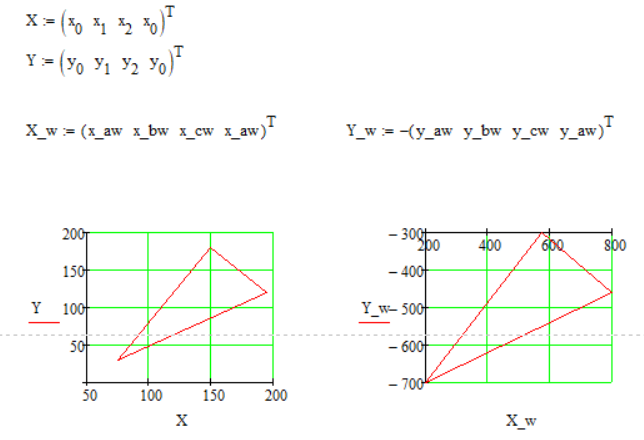


Рисунок 6.6 – Матрицы X и Yдля МСК и X\_w и Y\_w для ОСК

**Вывод**

В результате проделанной работы, исходя из координат треугольника ABC в мировой системе координат и применённых методов пересчёта, была построена матрица преобразования из МСК в оконную систему координат. На её основе выполнен пересчёт координат треугольника для отображения в окне Windows.

# **Лабораторная работа №7**

*Задание*

Отобразить график функции

для промежутка от до

с шагом

в окне, для которого координат:

– левого верхнего угла

– правого верхнего угла

*Решение*

Для начала задаём исходные данные и прописываем формулу графика функции f(x). Исходные данные и график функции f(x) представлены на рисунке 7.1.

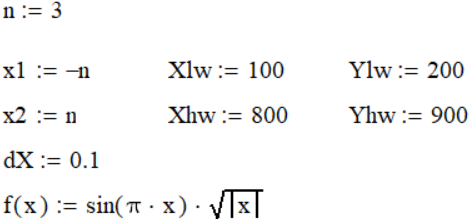


Рисунок 7.1 – Исходные данные и график функции f(x)

Следующим шагов мы высчитываем количество точек, но их будет мало, т.к номер варианта равен 3, график будет иметь меньше изгибов. Заполняем массивы X, Y, Z значениями , , 1 соотвественно в МСК. Высчитываем верхний левый и правый нижний углы в МСК через min и max. Все вышеперечисленное представлено на рисунке 7.2

Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 7.2 – Количество точек, заполнение массивов и подсчёт точек

Далее формируем матрицу координат точек в МСК и задаём параметры, необходимые для формирования матрицы пересчёты из МСК в ОСК. Составляем матрицы. Матрица координат точек в МСК и матрица пересчёта представлены на рисунке 7.3.

Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана, рукописный текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 7.3 – Матрица координат точек в МСК и матрица пересчёта

Последним действие мы высчитываем матрицу координат точек в ОСК путём перемножения матрицы пересчёта на матрицу координат точек в МСК. Составляем графики. Матрица координат точек в ОСК и графики представлены на рисунке 7.4.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 7.4 – Матрица координат точек в ОСК и графики

**Вывод**

В результате работы были вычислены точки в мировой системе координат (МСК), составлена матрица пересчёта в оконную систему координат (ОСК) и построен график функции в окне, что подтвердило корректность преобразований.

# **Лабораторная работа №8**

*Задание*

В мировой системе координат (МСК) задана фигура (Рисунок 8.1).

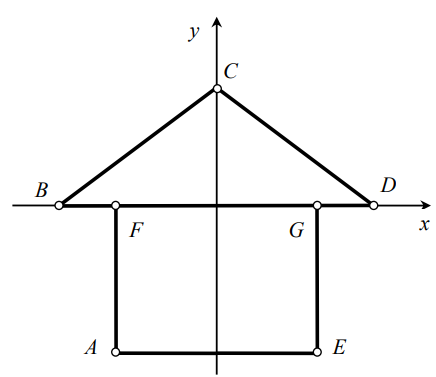
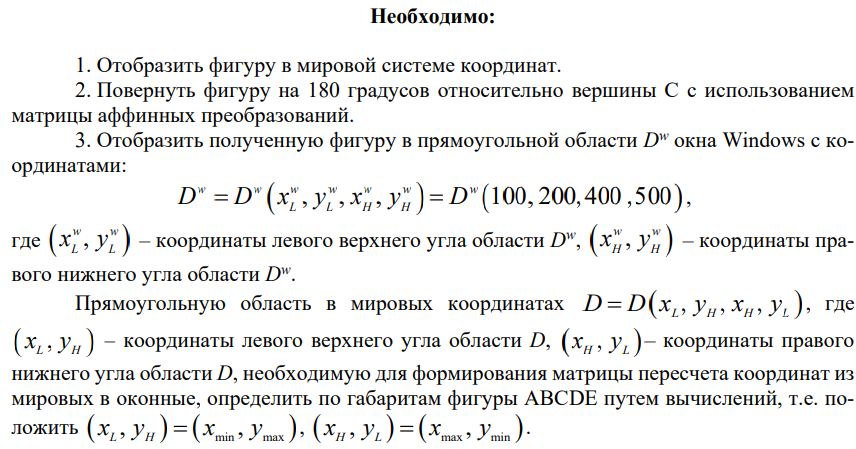


Рисунок 8.1 – Фигура в мировой системе координат



*Решение*

Зададим исходные данные для домика (координаты точек в МСК, левый верхний и правый нижний углы в ОСК, матрица пересчёта, матрица поворота и матрица координат точек домика). Исходные данные представлены на рисунке 8.2.

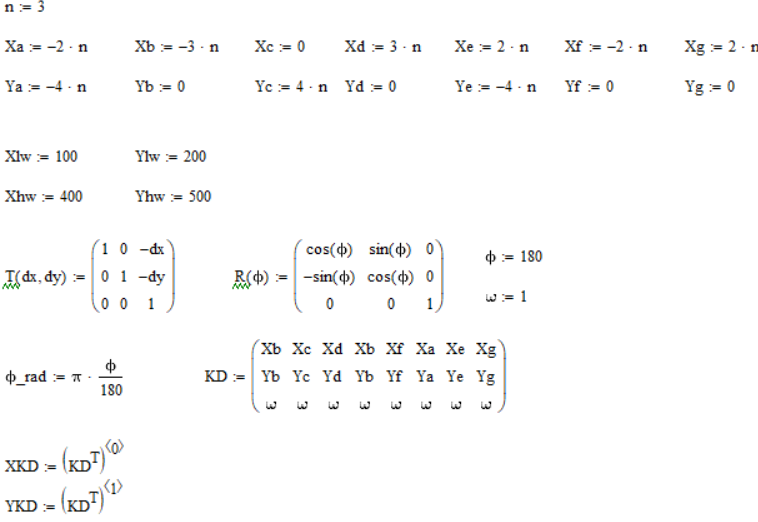


Рисунок 8.2 – Исходные данные

Построим исходное изображение в МСК учитывая координаты векторов с координатами x-ов и y-ов. Исходное изображение в МСК представлено на рисунке 8.3.

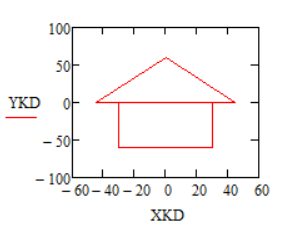


Рисунок 8.3 – Исходное изображение в МСК

Повернуть фигуру на 180 градусов относительно вершины C с использованием матрицы аффинных преобразований. Перевернутое изображение в ОСК представлено на рисунке 8.4.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 8.4 - Перевернутое изображение в ОСК

Вычисляем параметры, необходимые для формирования матрицы пересчета (Область отображения в МСК, ширина области отображения в ОСК и МСК, высота области отображения в ОСК и МСК и матрицу пересчёта из МСК в ОСК). Вычисляемые данные представлены на рисунке 8.5.

Изображение выглядит как текст, Шрифт, рукописный текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 8.5 - Вычисляемые данные

Вычисляем координаты в ОСК и отображаем графики. Координаты и график в ОСК представлен на рисунке 8.6.

Изображение выглядит как диаграмма, текст, линия, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 8.6 – Координаты и график в ОСК.

**Вывод**

Используя все знания из прошлых лабораторных работ, был построен объект «домика». Так же реализован его поворот на 180 градусов и отображение объекта в ОСК.