

УДК 519.8

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАХОЖДЕНИЯ ПЛОЩАДИ ЖИЛИЩНОЙ ПОСТРОЙКИ УРАСА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ БЕРЕСТЯНЫМИ ПОЛОТНАМИ (НА ПРИМЕРЕ «МОГОЛ УРАСА»)

Протопопов Мирослав Юрьевич

Республика Саха (Якутия), Таттинский улус, с. Ытык-Кюель, МБОУ «Таттинский лицей имени А.Е.Мординова», 9 класс
Научный руководитель: Андросова Лена Ивановна, Республика Саха (Якутия), Таттинский улус, с. Ытык-Кюель, МБОУ «Таттинский лицей имени А.Е. Мординова», учитель математики

Известно, что уже в старину у якутов были самобытные математические представления при постройке различных архитектурных сооружений. Особой разновидностью деревянного зодчества можно считать строительство жилища якутов – урасы. Так, в Таттинском улусе Республики Саха (Якутия) в селе Томтор недавно был построен шедевральный памятник – ураса «Могол Ураса» с огромными размерами по инициативе народного умельца, академика Академии духовности республики Бориса Федоровича Неустроева – Мандар Уус [1]. Все это определило **цель нашего исследования**, которая заключается в построении математической модели нахождения площади воссозданной народным умельцем «Могол урасы» для покрытия берестяными полотнами.

Для достижения поставленной цели нами определены следующие **задачи**: изучить литературу о жилищной постройке урасы; изучить строение «Могол ураса» с алгебраической точки зрения (квадратичная функция, график и ее свойства, интеграл); вычислить площадь корпуса «Могол ураса» через интеграл; сравнить полученный результат с реальной площадью «Могол ураса». И нами выдвигается **гипотеза**: вычислить площадь архитектурного сооружения – «Могол ураса» возможно при условии, если можно построить математическое моделирование объекта. Отсюда, **объектом исследования** является архитектурное сооружение «Могол ураса». **Предмет исследования**: расчет вычисления площади архитектурного сооружения. Для проверки научной гипотезы используются следующие **методы исследования**: математическое моделирование, измерение, сравнение. **Практическая значимость** данной работы заключается в том, что результаты, полученные в ходе расчета нахождения площади «Могол ураса» могут быть использованы специалистами по обслуживанию постройки для сохранения корпуса в зимнее и летнее время, добавления интерьерных элементов и т.д., а также при возведении аналогичных сооружений; в курсе математического анализа в старших классах, при чтении лекций в ВУЗах и колледжах. Научной **новизной** исследования считаем уникальность применения расчетов с математическим моделированием (нахождения площади через интеграл с использование графика квадратичной функции) для покрытия корпуса «Могол ураса» берестяными полотнами. Могол ураса – большое, предназначенное для приёмов гостей, сакральное сооружение. В Якутии известна богатая ураса высотой 9 м с диаметром основания 12 м [2]. Такой этнокультурный объект «Могол ураса», покрытая берестой, построенная по старинным технология была возведена в Таттинском улусе селе Томтор в 2021 году. Могол ураса возведена под руководством одного из духовных лидеров народа саха, выдающегося деятеля культуры Бориса Фёдоровича Неустроева – Мандар Уус, который всю свою жизнь посвятил восстановлению якутской традиционной культуры, кузнечного дела, якутских узоров. Основные параметры Могол урасы: высота – 9 метров, диаметр – 12 метров, воздвигнута с 12 опорными столбами. Предназначен для проведения национальных обрядовых торжеств [1]. В нашей исследовательской работе мы будем использовать понятия математического моделирования, квадратичную функцию, площадь криволинейной трапеции через интеграл: Математическое моделирование – это средство изучения реального объекта, процесса или системы путем их замены математической моделью [3, 7]. Для составления математической модели нашего объекта «Могол ураса» составили следующий **алгоритм**: 1) ввести квадратичную функцию $y=ax^2+bx+c$ для одной грани нашего объекта; 2) введение графика данной функции на координатную плоскость x, y ; 3) найти точки пересечения графика с осями координат относительно x, y по параметрам данного объекта, используя геометрические знания; 4) найти коэффициенты a, b и c для составления уравнения графика квадратичной функции по точкам пересечения с осями координат; 5) составить по найденным коэффициентам уравнение графика квадратичной функции; 6) вычислить площадь криволинейной трапеции с помощью интеграла [5, 6]. 1. Уравнение квадратичной функции имеет вид: $y = ax^2 + bx + c$. 2. Введем график на координатной оси x, y с точками пересечения с осями координат K, L и M . 3. Чтобы написать уравнение параболы, нам необходимо найти коэффициенты a, b и c .

1) найдем длину окружности основания нашего объекта по формуле нахождения длины окружности: $C=2\pi R$. Так как $d=12$ м, отсюда $C=12\pi$ м. Так как в уресе 12 опорных столбов, на окружности образуются 12 равных дуг, то $AB=\pi$.

2) h Вычисляем высоту параболы по теореме Пифагора:

$$\text{Высота нашего объекта: } H=9\text{ м. Отсюда: } h=\sqrt{81+36}=\sqrt{117}\text{ м}$$

4. Данный график на координатной плоскости x, y с точками пересечения с осями координат: $L\left(\frac{\pi}{2}; 0\right)$; $M\left(\frac{\pi}{2}; 0\right)$; $K\left(0; \sqrt{117}\right)$

Используя координаты данных трех точек, найдем коэффициенты a, b и c , составляя систему уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} C=\sqrt{117} \\ \frac{\pi^2}{4}a - \frac{\pi}{2}b + c = 0 \\ \frac{\pi^2}{4}a + \frac{\pi}{2}b + c = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} C=\sqrt{117} \\ \pi^2a + 2\pi b + 4\sqrt{117} = 0 \\ \pi^2a - 2\pi b + 4\sqrt{117} = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} C=\sqrt{117} \\ b = 0 \\ a = \frac{-4\cdot\sqrt{117}}{\pi^2} \end{cases}$$

1. Тогда уравнение нашего графика имеет вид: $y = \frac{-4\sqrt{117}}{\pi^2}x^2 + \sqrt{117}$

2. Вычисление площади криволинейной трапеции

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \left(\frac{-4\sqrt{117}}{\pi^2}x^2 + \sqrt{117} - 0 \right) dx = \left(\frac{-4\sqrt{117}}{\pi^2} \frac{x^3}{3} + \sqrt{117}x \right) \Big|_{-\pi/2}^{\pi/2} = \left(-\frac{4\sqrt{117}}{\pi^2} \cdot \frac{\pi^3}{24} + \sqrt{117} \frac{\pi}{2} \right) - \left(\frac{4\sqrt{117}}{\pi^2} \cdot \frac{\pi^3}{24} - \sqrt{117} \frac{\pi}{2} \right) = \frac{-\pi\sqrt{117}}{6} + \frac{\pi}{2}\sqrt{117} - \frac{\pi\sqrt{117}}{6} + \frac{\pi}{2}\sqrt{117} = \frac{-\pi\sqrt{117}}{6} \cdot 2 + \frac{\pi}{2}\sqrt{117} \cdot 2 = \frac{-\pi\sqrt{117}+3\pi\sqrt{117}}{3} \approx \frac{-3,14 \cdot 10,8 + 3 \cdot 3,14 \cdot 10,8}{3} \approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 10,8}{3} \approx 22,61$$

Таким образом, площадь одной грани равна 22,61 м². Поскольку граней у нас 12, площадь полной поверхности нашего объекта равна: 22,61 м² * 12 = 271,32 м². А для покрытия корпуса «Могол ураса» берестяными полотнами было использовано 300 м² полотен. Сравнивая с нашим результатом, видим, что имеется погрешность в 28,68 м². Проведенное нами исследование позволяет сделать следующие выводы: исследуемая «Могол ураса» состоит по задумке строителей из 12 граней параболической формы, вмещающих 300 штук берестяных полотен размером 1 м x 1 м; применение математического моделирования позволило нам вычислить реальную площадь поверхности «Могол ураса» через интеграл – понятие математического анализа, усвоение которого предусмотрено в старших классах. Для автора работы ознакомление с этим понятием является опережающим материалом, что положительно способствует в дальнейшем обучении математике; вычисленная нами площадь с реальной площадью имеет небольшую погрешность; таким образом, **выводы нашего исследования могут быть использованы в дальнейшем** как рекомендации при возведении аналогичных сооружений с учетом уникальности применения расчетов с математическим моделированием (нахождение площади через интеграл с использование графика квадратичной функции).

Список литературы:

1. Неустроев Б.Ф. Могол Ураса / Мандар Уус / пер. с якут. О.Н. Макаровой, Л.С. Борисовой ; худ. Б.Ф. Неустроев-Мандар Уус. Дьоокускай: Бичик, 2015. 256 с.
2. Ополовников А.В., Ополовникова Е.А. Деревянное зодчество Якутии. Якутск: Кн. Изд-во, 1983. 128 с., ил.
3. Аммосова Т.П. Математические знания и представления якутов. Ч. 1. Якутск: Нац.кн.изд-во «Бичик», 1994. 72 с.
4. Васильев Н.И. История Якутии (с древнейших времен до 1917 года): Учеб. пособие для старших кл. сред. шк. Якутск: Бичик, 2004. 152 с., ил.
5. Макарычев Н.Г. Алгебра 9 класс : учеб. для общеобразоват. организаций / А45 [Ю.Н. Макарычев Н.Г. Миндюк, К.И. Нешков, С.Б. Суворова]; под ред. С.А. Теляковского. 13-е изд. М.: Просвещение, 2021. 287 с., ил.
6. Мордкович А.Г. Алгебра и начала математического анализа. 10-11 классы. В 2 ч. Ч. 1. Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений (базовый уровень). 13-е изд., стер. М.: Мнемозина, 2012. 400 с.: ил.
7. Звонарев С.В. Основы математического моделирования: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2019. 112 с.