

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа №59 г. Пензы
Всероссийский фестиваль творческих открытий и инициатив «Леонардо»

Исследовательская работа

Геометрическое определение коэффициента комфортности жилья

Работу выполнил:

Ученик 11 «А» класса
МБОУ СОШ №59 г. Пензы
Морозов Егор Дмитриевич

Научный руководитель:

Учитель математики
МБОУ СОШ №59 г. Пензы
Бобко Елена Васильевна

Пенза

2021

Содержание

1. Введение	2
2. Геометрическое определение коэффициента комфортности жилья”. Ход работы.	
2.1 Применение геометрии в строительстве	3
2.2 Геометрические фигуры и тела в строительстве	4
2.3 Объемы тел и площади поверхностей	4
3. Вычисление коэффициента комфортности жилья различной геометрической формы	5
4. Заключение	10
5. Список литературы	11

1. Введение

Вся жизнь современного человека проходит в тесной связи с математикой. Жизнь людей настолько сложна и многообразна, что им постоянно приходится совершенствовать свои математические познания и часто при решении насущных проблем обращаться к математике. Куда бы ни посмотрел человек – везде геометрические объекты, везде геометрия. К тому же место, где человек проводит большую часть своей жизни, его жилище, тоже имеет определенную геометрическую форму и присущие ей свойства.

А каким должен быть дом современного человека? При строительстве любого дома люди всегда задаются вопросом: «Какой дом лучше?». «*Лучше тот, что теплее*» – скажут одни, «*лучше тот, что красивее или комфортнее*» – скажут другие и так далее. Тогда зададимся вопросом, есть ли способ определить – это «лучше»? Попробуем ответить на вопрос с точки зрения геометрии.

В последнее время все чаще говорят о том, что мировые запасы природных ресурсов неограничены, остро стоит проблема энергосбережения. Одним из способов сэкономить тепло, является обеспечение жилья наименьшей потерей тепла через его поверхность. Можно существенно уменьшить размеры дома, но человек должен иметь достаточно жилого пространства, чтобы чувствовать себя комфортно. Таким образом, встает вопрос: как достичь сочетания максимально возможного объема жилого пространства при минимальной площади поверхности, через которую может уходить тепло. И сейчас данный вопрос остается для человечества особенно актуальным.

В связи с этим была поставлена цель исследования: выяснить, дом какой формы наиболее комфортен для проживания с точки зрения соотношения объема жилья и его поверхности.

Это определило задачи исследования:

- 1) Выбрать для исследования несколько видов жилищ разных геометрических форм и размеров;
- 2) Определить формулы вычисления объемов и площадей поверхности различных геометрических тел, соответствующих выбранным жилищам;
- 3) Вычислить коэффициенты комфортности для каждого жилища;
- 4) Выявить жилище наиболее комфортной для проживания формы, с точки зрения соотношения объема жилищного пространства и его поверхности.

Объект исследования: роль геометрии в жизни человека.

Предмет исследования: применение геометрии для определения коэффициента комфортности жилья.

Гипотеза: существует жилище определенной геометрической формы, имеющее наибольший коэффициент комфортности для жизни человека.

Методы исследования:

- 1) Наблюдение;

- 2) Поиск информации;
- 3) Отбор информации.

2. Ход исследовательской работы:

Идея создания и развития этого проекта появилась спонтанно и не осознанно, во время прогулки по городу. Поэтому много времени ушло на то, чтобы грамотно сгруппировать свои мысли и идеи. Изначально проект подразумевает куда более обширное количество факторов, которые могли тоже говорить о комфортности и прочности жилья, например: строй материалы, размещение, внутреннее устройство и т.д. Однако это всё не относится к математике и к геометрии в частности, поэтому данные темы я буду рассматривать последовательно, в ближайшем будущем.

Наверное решающим фактором в выборе именно этой темы является осознание того, что изначально человек при строительстве дома предполагает его основную геометрическую форму и размеры, а вот строй материалы и всё остальное уже позднее, поэтому выбор пал на эту тему. Поиск информации проходил в большей степени через сеть интернет, довольно много информации я узнал читая различного рода методические книги о математике и геометрии в частности.

2.1 Применение геометрии в строительстве

Профессия строителя является очень древней. До наших дней дошло немало сооружений, возраст которых измеряется тысячелетиями. Свой опыт мастера строительного дела передавали из поколения в поколение, в том числе и математические знания. В строительстве никак не обойтись без математики. В современном строительстве роль этой науки непрерывно возрастает. Специалисты должны создавать и перерабатывать чертежи, тексты, документы, таблицы, формулы; выполнять расчеты площадей различных фигур, объёмов многогранников и тел вращения.

Важно отметить и обратную историческую взаимосвязь: потребности зарождающегося строительства и, возникшей вслед за ним архитектуры, явились одним из стимулов, благодаря которым, возникла и сделала первые шаги геометрия. Ни один из видов искусств так тесно не связан с геометрией, как архитектура и строительство. Тесная связь геометрии и архитектуры известна с давних времен. Издавна, геометрия считалась одним из разделов архитектуры.

Архитекторы утверждают, что геометрия – это основа архитектурного мастерства. С давних времен люди возводя свои жилища думали об их прочности, удобстве, внешнем виде, устойчивости к погодным и климатическим условиям. Прочность сооружения заключается не только в материале, из которого оно сделано, но и в конструкции, используемой при строительстве.

Архитектурные произведения живут в пространстве, являются его частью, вписываясь в определенные геометрические формы. Кроме того, они состоят из отдельных деталей, каждая из которых также строится на базе геометрического тела. Часто, геометрические формы сооружений являются комбинациями различных геометрических тел.

2.2 Геометрические фигуры и тела в строительстве

Куб - правильный многогранник, каждая грань которого представляет собой квадрат.

Призма - многогранник, две грани которого являются равными многоугольниками, лежащими в параллельных плоскостях, а остальные грани -параллелограммами.

Пирамида - многогранник, основание которого - многоугольник, а остальные грани -треугольники, имеющие общую вершину.

Сфера (от греческого - мяч, шар) - это геометрическое место точек в пространстве, равноудаленных от некоторой заданной точки (центра сферы).

Конус - тело, ограниченное конической поверхностью и кругом основания.

Цилиндр - геометрическое тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя параллельными плоскостями, пересекающими её.

2.3 Объемы тел и площади поверхностей

Для измерения объемов и площадей поверхности многогранников и тел вращения используются следующие формулы:

Куб: $S_{(п.п.)}=6a^2$, $V=a^3$

Призма: $S_{(п.п.)}=2S_{(о)}+S_{(б.п.)}$, $S_{(б.п.)}=P_{(о)} \cdot H$, $V=S_{(о)} \cdot H$

Пирамида: $S_{(п.п.)}=S_{(о)}+S_{(б.п.)}$, $S_{(б.п.)}=1/2 P_{(о)} \cdot d$, $V=1/3 S_{(о)} \cdot H$

Сфера, шар: $S_{(п.п.)}=4 \cdot \pi \cdot R^2$, $V=4/3 (\pi \cdot R)^3$

Конус: $S_{(п.п.)}=S_{(о)}+S_{(б.п.)}$, $S_{(б.п.)}=\pi \cdot R \cdot l$, $V=1/3 (\pi \cdot R)^2 \cdot H$

Цилиндр: $S_{(п.п.)}=2S_{(о)}+S_{(б.п.)}$, $S_{(б.п.)}=2 \cdot \pi \cdot R \cdot H$, $V=(\pi \cdot R)^2 \cdot H$

3. Вычисление коэффициента комфортности жилья разной геометрической формы

Жилище – место жизни человека, место, где он рождается, растёт. Это кров, укрытие, место покоя и порядка. Жилище, как центр человеческой вселенной, осознается почти повсеместно. Но в зависимости от образа жизни и места на земном шаре оно имеет большую или меньшую значимость для человека. Кроме всего этого, нужно отметить, что в зависимости от того, в какой части света или стране находится человек, его жилище может иметь разную форму и особенности: где-то более тёплое, влагоустойчивое или же более крепкое. Вместе с этим, каждый человек стремится к более высокому качеству жизни, которое зависит от комфортности условий, обеспечивающих жизнедеятельность человека.

Существует зависимость между комфортом нашего дома и его математическими характеристиками: например, объёмом и площадью. Ученые предложили формулу

$$K = \frac{36\pi V^2}{S^3}$$

вычисления комфортности жилища:

здесь V – объём жилища (например, вашей комнаты) и S – полная поверхность жилища. Самым комфортным считается жильё с коэффициентом $k = 1$.

Интересно, почему кот, когда в холодную ночь он готовится ко сну, поджимает лапы, свертывается и таким образом делает свое тело насколько возможно шарообразным? Почему так удобно свернуться «калачиком», когда спишь? Видимо, соотношения формы, объема и площади поверхности тел имеют закономерность, влияющую на степень комфортности. Это можно доказать опытным путем. Вычислим коэффициент комфортности жилья разной геометрической формы.

1) Подавляющее число жилых зданий имеет форму куба или прямоугольного параллелепипеда (фото.1)



Фото 1. Здание в форме прямоугольного параллелепипеда

Дано: куб с ребром a .	Решение: 1) Найдем объем куба: $V=a^3$ 2) Найдем площадь полной поверхности: $S_{п.п.}=6a^2$ 3) Найдем коэффициент комфортности $k = \frac{(36\pi(a^3)^2)}{((6a)^2)^3} = \frac{(36\pi a^6)}{(216a^6)} = \pi/6 \approx 0,52 < 1 \Rightarrow$ жильё формы куба не очень комфортное!
Найти: коэффициент комфортности k - ?	

Дано: жилище формы прямоугольного параллелепипеда с измерениями $a=8\text{м}$, $b=4\text{м}$, $c=4\text{м}$.	Решение: 1) Найдем объем прямоугольного параллелепипеда: $V= abc = 128\text{м}^3$ 2) Найдем площадь полной поверхности: $S_{п.п.}=2(ab+bc+ac)=160 \text{ м}^2$ 3) Найдем коэффициент комфортности $k < 1, \Rightarrow$ жильё формы прямоугольного параллелепипеда не очень комфортное!
Найти: коэффициент комфортности k - ?	

2) В современном мире существуют здания пирамидальной формы (фото 2).



Фото 2. Здание пирамидальной формы

Причины, по которым человечество древнего мира выбрало для строительства первых высотных зданий форму пирамиды, очевидны. Причина номер один: форму пирамиды подсказала сама природа. Причина номер два: форма пирамиды в строительстве при определенных условиях является самым надежным и крепким сооружением.

Дано: правильная четырехугольная пирамида, $a=5$ м, $H=4$ м	Решение: 1) 1. Найдем площадь основания: $S_{осн.} = a^2 = 25\text{ м}^2$ 2) 2. Найдем площадь боковой поверхности: $S_{б.п.} = \text{м}^2$ 3) 3. Найдем площадь полной поверхности: $S_{п.п.} = S_{осн.} + S_{б.п.} = 72\text{ м}^2$ 4) 4. Найдем объём: $V = a^2 h = 33(3)\text{ м}^3$ 5) 5. Найдем коэффициент комфортности: <1, => коэффициент далек от 1, жилье не комфортное!
Найти: коэффициент комфортности k - ?	

3) Чум является универсальным жилищем северных народов (фото 3).



Фото 3. Чум

Это переносная конусообразная палатка, форма которой является приспособленной, целесообразной для тундры. Форма конуса делает жилище устойчивым при метелях и сильных ветрах, снег с него легко скатывается. Интересно, как чувствует себя человек в доме конусообразной формы с точки зрения комфортности.

Дано: жилище конусообразной формы $h=4\text{м}$, $r=3\text{м}$.	Решение: 1) Найдем объем конуса: $V=\pi r^2 h=37,68\text{м}^3$ 2) Найдем площадь полной поверхности: $S_{\text{п.п.}}=\pi r^2 + \pi rl=75,36\text{ м}^2$ 3) Найдем коэффициент комфортности 4) $K < 1$, \Rightarrow коэффициент далек от 1, жилье не комфортное!
Найти: коэффициент комфортности k - ?	

4) *Достаточно знаменит дом Константина Мельникова в Москве - шедевр русского авангарда, входящий во все учебники по архитектуре XX века (фото 4).*



Фото 4. Дом Константина Мельникова в Москве.

Выбор цилиндрической формы архитектор объяснял тем, что в таком пространстве при отсутствии прямых углов полезная площадь намного больше, чем в традиционных зданиях.

Не менее известен «AquaDom» – это 25-метровый аквариум цилиндрической формы из акрилового стекла, построенный вокруг прозрачного лифта. Он находится в отеле «Radisson SAS Hotel» в Берлине. Вычислим коэффициент комфортности проживания в цилиндрическом доме.

Дано: цилиндр, $h=3\text{м}$, $R=2\text{м}$.	Решение: $S_{\text{полн.п.}}=2\pi R(R+H)=2\cdot\pi\cdot 2(2+3)=20\pi\approx 62,8\text{ м}^2$ $V=S_{\text{осн.}}\cdot h=\pi R^2\cdot h=12\pi\approx 37,68\text{ м}^3$ $k < 1$, тем не менее, пока это наибольший из полученных коэффициентов.
Найти: коэффициент комфортности k - ?	

5) *Рассмотрим несколько примеров вычисления коэффициентов комфортности комбинированного жилья. Жилье – прямоугольный параллелепипед – усеченная пирамида.*

Дано: $a=6\text{м}$, $b=4\text{м}$, $c=8\text{м}$, $a_1=3\text{м}$, $b_1=2$, $h=3$	Решение: 1) Найдем объем и площадь поверхности параллелепипеда: $V_1=abc=192\text{м}^3$, $S_1=6\cdot 4+6\cdot 8\cdot 2+8\cdot 4\cdot 2=184\text{м}^2$ 2) Найдем объем и площадь полной поверхности усеченной пирамиды $V_1 = h\cdot(S+s+\sqrt{Ss})/3=42\text{м}^3$ a. $S_{\text{поверх}}=S_{\text{бок}}+S_{\text{осн}}=55,2$ b. Найдем объем и полную поверхность комбинации тел
Найти: коэффициент комфортности k - ?	

	<p>c. $V=V_1+V_2= 234,2 \text{ м}^3$, $S =239,2\text{м}^2$, $K=36\pi v_2 \setminus S^3=0,45<1$</p> <p>d. Коэффициент комфортности низкий, жилье не комфортно</p>
--	--

6) Жилье – полусфера – цилиндр.

Дано: $R=2$, $h=5$.	Решение:
Найти: коэффициент комфортности k -?	<p>1) $V_{\text{цилиндра}} = \pi R^2 h = 251,2 \text{ м}^3$,</p> <p>2) $V_{\text{полусфера}} = \frac{\pi R^3}{3} = 133,973 \text{ м}^3$, $V_{\text{тела}} = 385,17 \text{ м}^3$.</p> <p>3) $S_{\text{цилиндра}} = 2\pi R h + \pi R^2 = 175,84 \text{ м}^2$, $S_{\text{полусферы}} = 4\pi R^2 = 100,48 \text{ м}^2$, $S_{\text{тела}} = 276,32 \text{ м}^2$ $K = 36\pi v_2 \setminus S^3 = 0,7949 < 1$</p> <p>4) Это наибольший из полученных коэффициентов.</p>

7) Современное строительство предлагает дома сферической формы

Дано: жилье шарообразной формы радиусом R .	Решение:
Найти: коэффициент комфортности k - ?	$S_{\text{сферы}} = 4 \pi R^2$, $V = \frac{4\pi R^3}{3}$.

Результаты комфортности жилья, полученные с помощью расчётов представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Вид жилья	Коэффициент комфортности, (к)
1	Куб	0,52
2	Прямоугольный параллелепипед	0,45216
3	Пирамида	0,335
4	Конус	0,375
5	Цилиндр	0,648
6	Комбинированное: усеченная пирамида и прямоугольный параллелепипед	0,45
7	Комбинированное: полусфера и цилиндр	0,79
8	Сфера	1

Сравним результаты с помощью диаграммы (рис. 1):

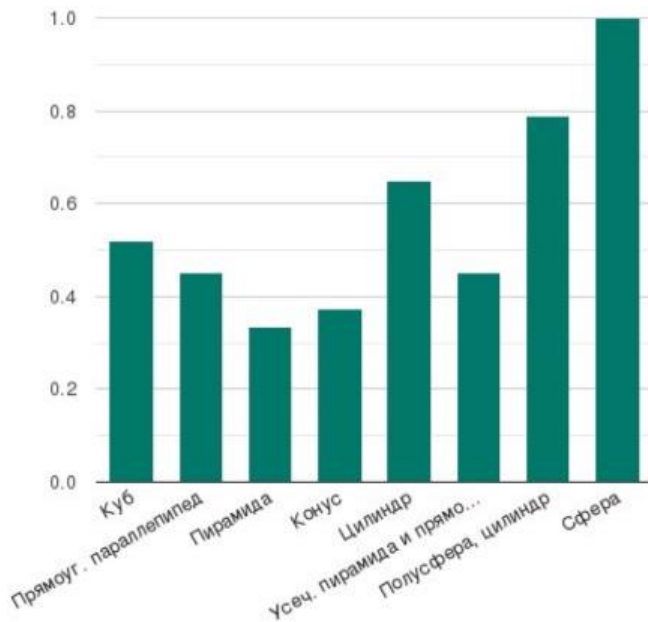


Рис. 1 Диаграмма

Вывод: у всех жилищ разной формы различный изопериметрический коэффициент комфортности, и существует жилище, имеющее наилучший изопериметрический коэффициент. Дом - сфера имеет самый большой коэффициент комфортности. Дом - сфера комфортен для жилья.

Известно, что природа, в отличие от нашего традиционного строительства, не создаёт сложные, немобильные конструкции и технологии.

Идеальной формой, наиболее близкой природе, как известно, является шар.

Преимущества и возможности строительства сфер:

Согласно изопериметрической теореме из всех тел равного объема наименьшую поверхность имеет шар. Это означает, что на шарообразные сооружения нужно материалов меньше, чем на иные.

Прочность сферы обеспечена равномерным распределением нагрузок на все точки поверхности. Она превосходно работает на сжатие и на изгиб.

Сфера является наилучшей формой от ветровых и снеговых нагрузок. Её создание отличает минимальная материалоемкость, трудоемкость и длительность возведения. Сферическая форма сама по себе является энергосберегающей, к тому же она изготавливается практически бесшовной, что минимизирует теплопотери, и снижает затраты на устройство отопительной системы.

Отсутствие арматуры в стенах. В сферических сооружениях нет углов, где обычно застаивается воздух, их легче проветривать. Лёгкость и прочность сфер обуславливает целесообразность их строительства в сейсмически опасных районах. Сферу значительно сложнее разрушить взрывами, даже пробитая в одном или нескольких местах, она не теряет своих конструктивных способностей и не «складывается». Можно создавать сферические многоярусные городские структуры, используя минимальные площади под фундаменты, развивая пространственные композиции.

4. Заключение

Все вокруг математика! Все вокруг геометрия! И в самом деле — всюду геометрия. Современная цивилизация — это цивилизация, построенная на Математике, в том числе и на Геометрии. С помощью геометрии в данной работе исследуется степень комфортности жилья в зависимости от его геометрической формы. Как известно, сегодня дом — это совсем не роскошь, а настоящая необходимость, причём порой довольно острая. При этом современное жильё с каждым годом претерпевает все более ощутимые изменения, совершенствуясь в своей комплектации и получая все новые и новые возможности.

Исследование подтвердило гипотезу: жильё сферической формы имеет высший коэффициент комфортности. Таким образом, цели и задачи исследования достигнуты.

Очевидно, в скором будущем преимущества сферы будут использованы в архитектуре, и новые города будут содержать дома - сферы, полусферы в комбинации с цилиндрами. Тенденции к округлости форм уже налицо в автомобилестроении, оформлении интерьеров, не заставят себя ждать они и в строительстве жилья.

Эта работа может быть использована для мотивации к изучению геометрии для студентов первого курса, а также в рамках недели математики на внеклассных мероприятиях.

Так какой же дом лучше? Безусловно, для каждого человека лучше тот дом, в котором он вырос или живет сейчас. И в этой работе была предпринята попытка сделать маленький шаг навстречу возможности проектировать и строить эти дома уютнее и комфортнее.

5. Список литературы

- 1) Л.С. Атанасян. Геометрия 10-11, Просвещение, 2003. - 287с.
- 2) С.Б. Проскураков. Строители пирамид из созвездия Большого пса, Орел, "Книга", 1992.
- 3) Ван дер Варден. Математика древнего Египта, Вавилона и Греции, Пробуждающая наука. Перевод с голландского И.Н.Веселовского, Москва, 1959.
- 4) Н.А. Заиченко Нужна ли математика в жизни? [Электронный ресурс].
- 5) Б.В. Гнеденко. Математика в современном мире. - М.: Просвещение, 2005. - 177 с.
- 6) Г.И. Глейзер. История математики в школе. - М.: Просвещение, 1984.
- 7) Н. Ф. Гуляницкий. Архитектура гражданских и промышленных зданий в пяти томах. Том I. История архитектуры. – М.: Строиздат.1984.
- 8) А. В. Волошинов. Математика и искусство — М.: Просвещение, 2000.