

ЭКОНОМИКА

Л. А. Юрьев

Учащийся 10 класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Коношская средняя школа имени Н. П. Лавёрова», пос. Коноша, Архангельская область, Россия

Научный руководитель Г. А. Юрьева – учитель физики высшей квалификационной категории МБОУ «Коношская СШ имени Н.П. Лавёрова» Архангельской области



Комфортное жильё

В своём исследовании автор ответил на вопрос: дом какой формы является наиболее комфортным для проживания с точки зрения геометрии, для чего он вычислил и сравнил изопериметрические коэффициенты жилищ. По данной теме Юрьев Л.А. выступил на VIII Архангельской городской молодёжной открытой научно-практической конференции «Малые Лавёровские чтения» 28 февраля 2025 года, получив I место в секции «Физико-математическая».

Ключевые слова: геометрия архитектуры, изопериметрический коэффициент комфортности жилища, изопериметрическое неравенство, связь изопериметрической теоремы и комфортности жилья.

Введение

В разных уголках нашей планеты находятся совершенно разные и непохожие друг на друга люди. Все они живут в разных условиях, имеют разные привычки и желания, но все они нуждаются в жилье. Ни для кого не секрет, что у разных народов жильё имеет различную геометрическую форму. Геометрия архитектуры окружающих нас зданий в настоящее время очень разнообразна. Каждый человек желает иметь более высокое качество жизни, зависящее от комфортности условий, которые обеспечивают жизнедеятельность человека. А каким должно быть жилище современного человека? Какой должна быть форма дома? Я решил дать ответ на данный вопрос с точки зрения геометрии. Чтобы узнать, жилище какой формы является наиболее комфортным для проживания с точки зрения геометрии, нужно вычислить и сравнить изопериметрические коэффициенты жилищ.

Актуальность темы: в настоящее время рынок жилья предлагает множество разнообразных по форме квартир и домов.

Цель работы: определить, жилище какой формы наиболее комфортно для проживания с точки зрения соотношения объёма и площади полной поверхности жилищного пространства.

Задачи: изучить формулу изопериметрического коэффициента комфортности жилища; изучить теоретический материал для вычисления площади поверхности и объёма геометрических тел; вычислить коэффициенты комфортности жилищ разной геометрической формы; сравнить коэффициенты комфортности, полученные при вычислении; выявить геометрическую форму архитектурного строения, которое наиболее комфортно для проживания; выявить комнату или помещение в своей квартире наиболее комфортное для моего местонахождения; написать программу на языке программирования Python, позволяющую рассчитывать коэффициент комфортности жилья в зависимости от его формы и создать TelegramBot.

Объект исследования: архитектурные строения, имеющие различную геометрическую форму.

Предмет

исследования: изопериметрический коэффициент комфортности жилища.

Методы исследования: изучение литературы; сбор материала по теме, его анализ и обработка, математические расчеты, анализ результатов исследования, создание программы для вычисления коэффициента комфортности жилья.

Гипотеза исследования: существует архитектурное строение определённой геометрической формы, которое имеет наибольшую комфортность для жизни человека.

Изопериметрическое неравенство.

Изопериметрическое неравенство – геометрическое неравенство, связывающее периметр замкнутой кривой на плоскости и площадь участка плоскости, ограниченной этой кривой. Изопериметрический буквально означает – «имеющий тот же самый периметр». Целью изопериметрической задачи является поиск фигуры наибольшей возможной площади, граница которой имеет заданную длину. В частности, изопериметрическое неравенство утверждает, что при длине L замкнутой кривой и площади S плоской области, ограниченной этой кривой, $4\pi S \leq L^2$ и это неравенство превращается в равенство тогда и только тогда, когда кривая является окружностью. Следовательно, из всех фигур, имеющих равный периметр, наибольшую площадь будет иметь круг. [7]

Выполнив аналогичные рассуждения о телах в пространстве, можно сделать вывод, что среди стереометрических фигур наиболее совершенным является шар. Следовательно, при равных площадях поверхностей он будет иметь наибольший объём.

Изопериметрическое неравенство для тел в пространстве можно записать в следующем виде: $\frac{36\pi V^2}{S^3} \leq 1$, где V – объём тела, S – площадь полной поверхности.

Докажу это неравенство, опираясь на знания, которые у меня имеются на данный момент. Допустим, что V – объём тела, S – площадь полной поверхности тела. Предположу, что данное тело шар с радиусом r является изопериметрическим. Площадь поверхности шара можно вычислить по формуле $S = 4\pi r^2$, а объём – по формуле $V \leq \frac{4}{3} \pi r^3$. Подставляю вме-

сто r его выражение через $r = \sqrt{\frac{S}{4\pi}}$, затем выпол-

ню преобразования неравенства $V \leq \frac{4}{3} \pi \sqrt{\left(\frac{S}{4\pi}\right)^3}$

и получу $\frac{36\pi V^2}{S^3} \leq 1$.

Связь изопериметрической теоремы и комфортности жилья.

Еще в древности ученые пытались доказать и решить изопериметрическую задачу. Многие известные философы объясняли по-разному максимальность круга и шара.

Николай Коперник в своей книге «О вращениях небесных сфер» писал: «Прежде всего, мы должны заметить, что мир является шарообразным или потому, что эта форма совершеннейшая из всех и не нуждается ни в каких скрепах и вся представляет цельность, или потому, что эта форма среди всех других обладает наибольшей вместимостью, что более всего приличествует тому, что должно охватить и сохранить всё. Если шар вмещает в себя весь мир, то он, конечно, имеет максимальный объём!» [9]

Действительно, проанализировав природу вокруг нас, изопериметрической теореме следует верить даже без математических доказательств. В пользу шара можно привести аргументов даже больше, чем в пользу круга. Например, капли дождя или росы, мыльные пузыри, все планеты, Луна и Солнце – все они шарообразны или почти шарообразны.

Джорж Пойа в книге «Математика и правдоподобные рассуждения» объясняет эту теорему так: «К изопериметрической теореме нас могут привести примитивные рассуждения. Мы можем научиться ей у кота. Что делает кот, когда в холодную ночь приготавливается ко сну: он поджимает лапы, свёртывается и таким образом делает свое тело насколько возможно шарообразным. Он делает так, очевидно, чтобы сохранить тепло, сделать минимальным выделение тепла через поверхность своего тела, пытается уменьшить свою поверхность, делая себя более шарообразным». [6]

Также, изопериметрическая теорема в стереометрии дает ответ на вопрос: почему чайник круглой формы остывает медленнее, чем чайник такого же объема, но имеющий другую форму?

Все вышеназванные умозаключения приводят к выводу, что шар является совершенной формой для всей Вселенной в соотношении площади поверхности тела и его объёма. На основании этой теории частное $\frac{36\pi V^2}{S^3}$ называют изопериметрическим коэффициентом комфортности К, т.е. $K = \frac{36\pi V^2}{S^3}$, где V – объём жилища, S – полная площадь поверхности жилища. Изопериметрический коэффициент К всегда должен быть меньше единицы или равен ей.

Геометрия в архитектуре

Геометрия архитектурных сооружений очень разнообразна. Формообразование в архитектуре имеет огромную роль в восприятии объекта. Все архитектурные строения в основе имеют совокупность разнообразных геометрических форм. Объёмно-пространственная структура является основополагающим этапом архитектурной композиции, где пространство и формирующая его оболочка неразделимы. Причём любая форма имеет ряд уникальных свойств, с точки зрения архитектуры. Архитектурные строения в своей основе могут иметь одну простую форму или комбинированную, состоящую из нескольких простых. Рассмотрим архитектурные сооружения, имеющие разные геометрические формы.

- Здания в виде параллелепипедов и кубов в народе пренебрежительно называют коробками. Однако коробка коробке рознь. Дома-кубы тоже могут выглядеть очень необычно и привлекательно. (Приложение 2)

- Форма пирамиды ассоциируется с надёжностью и неизменяемостью. Именно эта геометрическая форма обеспечивает наибольшую устойчивость за счёт пониженного расположения центра масс. [10] Примером могут служить Египетские пирамиды, которые существуют и в настоящее время. В современной архитектуре также можно найти немало строения в виде пирамиды. (Приложение 2)

- Строения цилиндрической формы известны людям уже много веков. Начало их пошло от пещер и юрт, потом появлялись смотровые башни, маяки и, в последствие, экспериментальные жилые дома, у которых отсутствуют острые углы и строгие формы. По стилистике такие строения ближе к нату-

ральной и естественной красоте, так как у них отсутствуют прямые линии, которые в природе встречаются редко. Цилиндрические здания сходны по форме со стволами деревьев и вписываются более органично в любой ландшафт. В зданиях в форме цилиндра другая акустика. Звуковые волны равномерно распространяются по зданию, поэтому все звуки слышны более мягко и более четко. Зато шумы снаружи слабо проникают внутрь строения, поэтому дома цилиндрической формы идеально подойдут всем, кто хочет найти тишину и единение с природой. (Приложение 2)

- Дом из нескольких этажей с внешней конусной архитектурой является настоящей уникальностью в архитектурном мире. Этот стиль сочетает в себе элементы современности с традиционными формами и дарит практически бесконечные возможности для изменения и преобразования. Дом с конусной формой является удивительным образом гармоничными и привлекательными с точки зрения архитектуры. Также конусообразное архитектурное сооружение является универсальным жилищем кочевых народов Севера, занимающихся оленеводством – ненцев, хантов, коми и энцев. (Приложение 2)

- Архитектура, которая имеет шарообразную форму, представляет собой оригинальный и стильный дизайн. Она отличается простотой, практичностью и одновременно привлекательным внешним видом. Форма шара делает пространство более привлекательным и уникальным, а это привлекает внимание зрителей. Её можно использовать для создания атмосферы и настроения в произвольном пространстве. Дом в форме шара – это одно из необычных архитектурных решений, которое привлекает внимание своей оригинальностью и эстетической привлекательностью. (Приложение 2)

Практическая часть

Вычисление коэффициента комфортности жилищ различной формы

Используя формулу $K = \frac{36\pi V^2}{S^3}$, где V –

объём жилища, S – полная площадь поверхности жилища (учитывая пол), рассчитаю коэффициент комфортности строений разной геометрической формы.

Анализируя литературу, я заметил, что обычно у архитектурных сооружений, которые являются телами вращения, указывают диаметр тела, а не радиус, поэтому я выразил нужные величины через диаметр. Вывод формул для вычисления площадей поверхностей и объёмов тел приведены в *Приложении 1*. Размеры архитектурных сооружений приведены в описании к фотографиям в *Приложении 2*.

Для быстрого вычисления коэффициента комфортности жилья я написал программу на языке Python, с помощью которой можно рассчитать коэффициент комфортности жилья разных геометрических форм (программа загружена на Google disc) - <https://drive.google.com/file/d/1NNBUCpjqcudELEq8YS4oPY0w-uFwGY0L/view?usp=sharing>

Геометрическая форма строения	Название объекта	Размеры строения, м	Формула для вычисления объема строения	Объем, м ³	Формула для вычисления площади поверхности и строения	Площадь поверхности строения (включая пол), м ²	Коэффициент комфортности
Прямоугольный параллелепипед	Дом-«хрущёвка»	Длина- 67,33 м, ширина- 10,5 м, высота- 16 м	$V=abc$	11311	$S=2(ac+bc+ab)$	3904	0,243
Геометрическая форма строения	Название объекта	Размеры строения, м	Формула для вычисления объема строения	Объем, м ³	Формула для вычисления площади поверхности и строения	Площадь поверхности строения (включая пол), м ²	Коэффициент комфортности
Куб	Сити-куб Берлин	длина – 42,5 ширина – 42,5 высота – 42,5	$V=a^3$	76766	$S=6a^2$	10838	0,524
Пирамида	Дворец мира и согласия в столице Казахстана Астане	длина - 62 м, ширина - 62 м, высота - 62 м	$V = \frac{a^2 h}{3}$	79443	$S = a^2 + 2a \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}}$	12439	0,371
Цилиндр	Дом-мастерская архитектора Константина Мельникова	высота – 11 м, диаметр – 10 м	$V = \frac{\pi d^2 h}{4}$	864	$S = \pi d(h + \frac{d}{2})$	503	0,663

Конус	Собор - малая базилика Славной Богома- тери, в г. Марин- га, в Бразилии	высота - 114 м, диаметр - 38 м	$V = \frac{\pi d^2 h}{12}$	43096	$S = \frac{\pi d}{2} \left(\sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2} + \frac{d}{2} \right)$	8033	0,405
Сфера	Дом-шар в голланд- ском городе Херто- генбосе	диаметр – 5,5 м	$V = \frac{\pi d^3}{6}$	87	$S = \pi d^2$	95	0,99(9)
Полусфера	Планета- рий в Ярослав- ле	диаметр – 12 м	$V = \frac{\pi d^3}{12}$	452	$S = \frac{3\pi d^2}{4}$	339	0,593

Вычисление коэффициента комфортности комнат и помещений в моей квартире.

Для вычисления коэффициента комфортности в комнатах и помещениях квартиры, в которой я живу, воспользуюсь данными из технического паспорта квартиры (Приложение 3)

Помещение	Размеры, м	Формула для вычисления объёма	Объём, м ³	Формула для вычисления площади поверхности	Площадь поверх- ности, м ²	Коэффици- циент комфорт-ности
Гостиная	5,6×3,1×2,55	V=abc	44,268	S=2(ac+bc+ab)	79,09	0,448
Моя комната	3,4×2,5×2,55		21,675		47,09	0,509
Комната сестер	4,35×2,5×2,55		27,73125		56,685	0,478
Спальня	3,4×3,1×2,55		26,877		54,23	0,512
Кухня	4,25×2,5×2,55		27,09375		55,675	0,481
Прихожая	3,55×2,5×2,55		22,63125		48,605	0,504
Ванная	2,0×1,7×2,55		8,67		25,67	0,503

Туалет	1,15×0,9×2,55		2,63925		12,525	0,401
Гардеробная	2,5×1,1×2,55		7,0125		23,86	0,409

Заключение

Проанализировав полученные результаты, я сделал следующие выводы:

Из рассмотренных мной архитектурных сооружений разной геометрической формы, самым комфортным является жильё сферической формы, т.к. коэффициент комфортности этого жилья максимальный; среди всех помещений в квартире, в которой я живу, самой комфортной оказалась спальня родителей, т.к. коэффициент комфортности максимальный; моя комната заняла второе место по комфортности в квартире; призовое третье место досталось прихожей; для быстрого вычисления коэффициента комфортности жилья я написал программу на языке Python, с помощью которой можно рассчитать коэффициент комфортности жилья разных геометрических форм, рассмотренных в моей работе. Для удобства использования я импортировал эту программу в Telegram, тем самым создав TelegramBot. Работает TelegramBot только тогда, когда программа запущена на моем компьютере-«сервере». QR-код для поиска бота находится в Приложении 4.

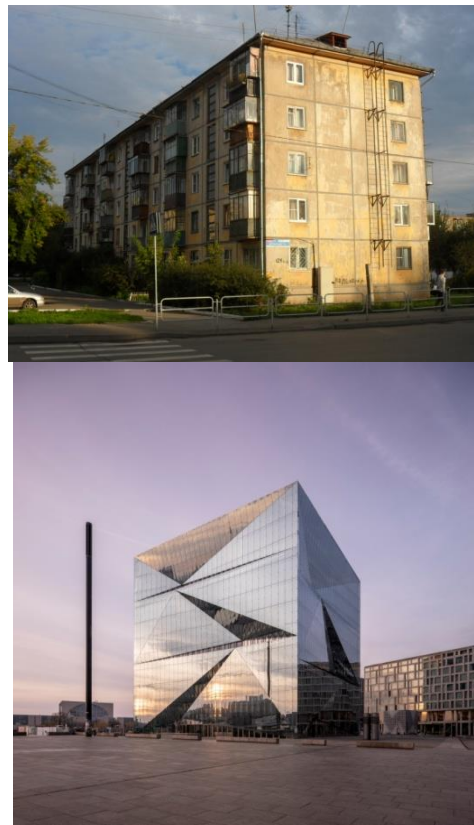
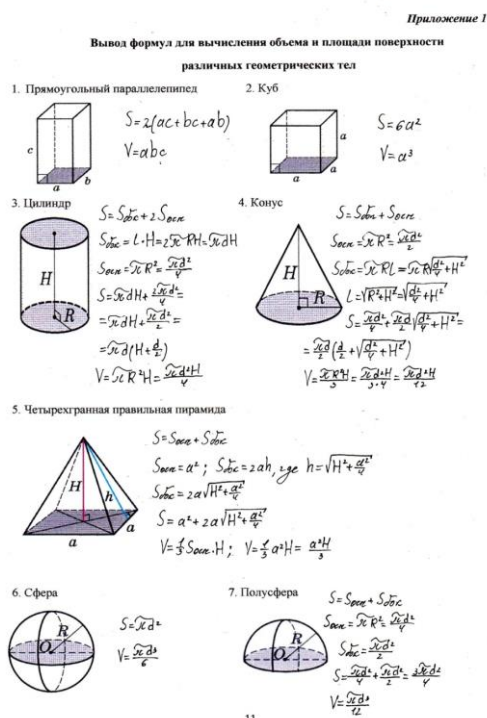
Считаю, что мою работу можно использовать при создании проектов различных архитектурных сооружений.

Библиографический список:

1. Cube Berlin — кубовидное офисное здание, которое управляется через смартфон. [Электронный ресурс] // <https://www.vzavtra.net/sovremennye-zdaniya/cube-berlin-kubovidnoe-ofisnoe-zdanie-kotoroe-upravlyaetsya-cherez-smartfon.html>
2. Дворец мира и согласия. [Электронный ресурс] // https://ru.wikipedia.org/wiki/Дворец_мира_и_согласия
3. Дом Мельникова. [Электронный ресурс] // https://ru.wikipedia.org/wiki/Дом_Мельникова
4. Дом Мельникова: жемчужина советского авангарда. [Электронный ресурс] // <https://dzen.ru/a/Y3Y5hbDW0AQ-G9U8>
5. Жизнь в шаре. [Электронный ресурс] // <https://masterok.livejournal.com/2576283.html>
6. Из всех тел равного объема наименьшая поверхность у шара/ [Электронный ресурс] // <https://vm.ru/society/121444-iz-vseh-tel-ravnogo-obema-naimenshaya-poverhnost-u-shara>
7. Изопериметрическая задача. [Электронный ресурс] // https://ru.wikipedia.org/wiki/Изопериметрическая_задача#Изопериметрическое_неравенство_на_сфере
8. Не только для фараонов. ТОП-10 сооружений в виде пирамид. [Электронный ресурс] // <https://novate.ru/blogs/040713/23384/>
9. Николай Коперник [Электронный ресурс] // https://kartaslov.ru/цитаты/Николай_Коперник
10. Применение геометрических форм в архитектуре зданий и сооружений. [Электронный ресурс] // <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-geometricheskih-form-v-arhitecture-zdaniy-i-sooruzheniy>
11. Собор в Маринге. [Электронный ресурс] // https://ru.wikipedia.org/wiki/Собор_в_Маринге
12. Ураса. [Электронный ресурс] // <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ураса>
13. Цилиндрические дома Гая Дессожа. [Электронный ресурс] // <https://masterok.livejournal.com/8160037.html>

Приложение 1

Вывод формул для вычисления объёма и площади поверхности различных геометрических тел



Сити-куб Берлин – это новое офисное здание в Германии, которое выполнено в виде стеклянной коробки, выполненное датской архитектурной компанией. Фасад здания имеет размеры 42,5х42,5х42,5 метра, его форма представлена сложным узором из треугольников с секциями, которые смещены внутрь для размещения открытых террас на каждом этаже. Крыша в данном строении – это «пятый фасад», на котором расположилась большая терраса для отдыха и проведения мероприятий. [1]



Пирамида

Архитектурные строения в форме пирамиды довольно распространены. Известно множество пирамид, которые построили раз-

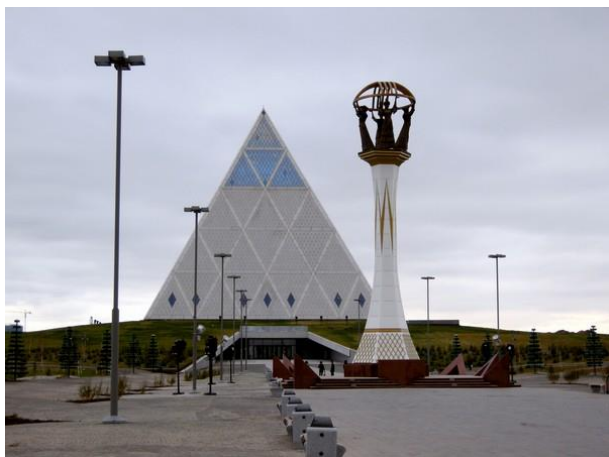
Приложение 2

Прямоугольный параллелепипед и куб

Прямоугольный параллелепипед – самый распространённый многогранник в архитектуре любого города. Архитектурных сооружений такой формы огромное количество: это массивные небоскрёбы, современные многоэтажные дома, а также маленькие «хрущёвки» (средний размер которых 67,33 м длиной, 10,50 м шириной и примерно 16 м высотой).



ные культуры Древнего мира в в большей степени в качестве храмов или монументов.



Одно из первых сооружений знаменитого современного архитектора Нормана Фостера в послесоветское время – это «Дворец мира и согласия», который был открыт в 2006 году в столице Казахстана Астане. Во «Дворце мира и согласия» располагаются конференц-залы, оснащённые современным оборудованием, выставочные зоны, художественные галереи, презентационные комплексы и многое другое.[8] Размеры дворца: длина – 62 м, ширина – 62 м, высота – 62 м.



Цилиндр

Цилиндры также нашли себе место в современной архитектуре. Эти футуристские дома, которые являются альтернативой высотному образу жизни, придумал швейцарский архитектор и художник Ги Дессожем в середине 1960-х годов. Он был сторонником всех идей, в которых представлялись проекты полностью цилиндрических зданий, созданных полукруглыми формами древних пещерных жилищ и римскими сводами. [13]

В Москве в Кривоарбатском переулке находится одно из самых необычных зданий – дом-мастерская в форме двух цилиндров. Архитектор Константин Мельников проекти-

ровал и строил дом для себя и своей семьи. Дом-мастерская – это вершина творчества Мельникова. Архитектурное строение отличается от многих других сооружений конструктивными особенностями, оригинальным художественным образом и объёмно-пространственной композицией, продуманной функциональной планировкой. Одноквартирный жилой особняк в центре Москвы – уникальный для советского времени пример такого рода постройки. Размеры здания: высота – 11 метров, длина – 14 метров, ширина – 10 метров. С 2011 года зданием управляет Государственный музей архитектуры, а дом-цилиндр является объектом показа. [4]



Конус



В Бразилии, в городе Маринга, возвышается монументальный католический собор конусообразной формы, Собор – малая базилика Славной Богоматери. Это самый высокий католический собор в Латинской

Америке. Идеей такой формы собора послужило впечатление от советских спутников. [11] Основные характеристики собора: высота – 114м + 10м крест на вершине; наружный диаметр – 50м; внутренний диаметр – 38 м.



Еще один пример конусообразного строения – ураса. Это национальное архитектурное строение якутов, являющееся летним жилищем. Он представляет собой конусообразный шалаш из жердей, который обтянут берёстой. Полагается, что ураса – это самая древняя форма жилищ якутов. В Якутии известна ураса высотой 8,5 м, имеющая диаметр основания 6,5 м. [12]

Сфера и полусфера

В Голландии, в г. Хертогенбос, можно попасть в небольшой микрорайон, где вместо привычных строений разместились огромные белые шары. Они являются настоящими жилыми домами, а не атрибутами фантастических фильмов.



Данный проект называется «Bolwoningen», что в переводе означает – «дома-шары», и придуман он был архитектором Дрисом Крейкампом. При строительстве шары изготавливали из цемента и усиливали стекловолокном. Их диаметр примерно 5,5 метров. Установлены и закреплены они на основании цилиндрической формы. Каждый шар имеет 11 круглых окон. Такая квартира рассчитана на одного-двух человек. [5] Две части планетария в Ярославле имеют форму полусферы. Большой стеклянный купол имеет диаметр 12 метров, а диаметр металлического купола обсерватории 5 метров. Культурно-просветительский центр имени Валентины Терешковой входит в десятку красивейших в мире архитектурных сооружений. Космос всегда ассоциируется с фантастикой и футуризмом, поэтому даже уже предназначение планетария задает архитектору определенные рамки, как минимум это функциональность. Архитектору Илье Клягину реализовать это удалось в полной мере.

Приложение 3

План квартиры, в которой я живу.

По данным техпаспорта квартиры, высота потолка 2,7 метра. Но с учётом пола, по факту, высота потолка 2,55 метра. Поэтому в своих расчётах я буду брать фактическую высоту потолка, т.е 2,55 метра.

