

УДК 514

## ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ В ИСКУССТВЕ, НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Любимов А. В., студент гр. РСб-181, I курс  
Латышенко Л. И., старший преподаватель  
Научный руководитель: Аксенова О. Ю., к.т.н., зав. каф. НГиГ  
Кузбасский государственный технический университет  
Имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Всем известно о том, как значима для человека геометрия. Об этом писали такие известные ученые, как Г. Монж, М. Шаль и другие. Геометрия вокруг нас, геометрические образы встречаются повсеместно и играют огромную роль в жизни людей. На основе различных фигур человек строит архитектурные сооружения, пишет картины, сооружает креативные технические устройства и многое другое. В данной статье пойдет речь о нескольких таких геометрических образах, которые играют немалую роль в нашей жизни.

Одной из самых интересных фигур является гиперболоид. В геометрии, гиперболоид вращения, или так называемый круговой гиперболоид, - это вид поверхности второго порядка в трёхмерном пространстве. Эта фигура необычна, среди поверхностей второго порядка гиперболоид характеризуется тем, что не является конусом или цилиндром, в результате сечения множеством плоскостей дает гиперболу и имеет центр симметрии. Помимо центра, у него есть три попарно перпендикулярные оси симметрии и три попарно перпендикулярные плоскости симметрии.

В декартовых координатах гиперболоид возможно задать с помощью двух уравнений:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

где  $a$  и  $b$  – действительные полуоси,  $c$  – мнимая полуось;

или

$$-\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

где  $a$  и  $b$  – мнимые полуоси,  $c$  – действительная полуось.

Первое уравнение характерно для однополостного гиперboloида, еще называемого гиперболическим; а второе – для двуполостного, или эллиптического, гиперboloида (рис. 1).

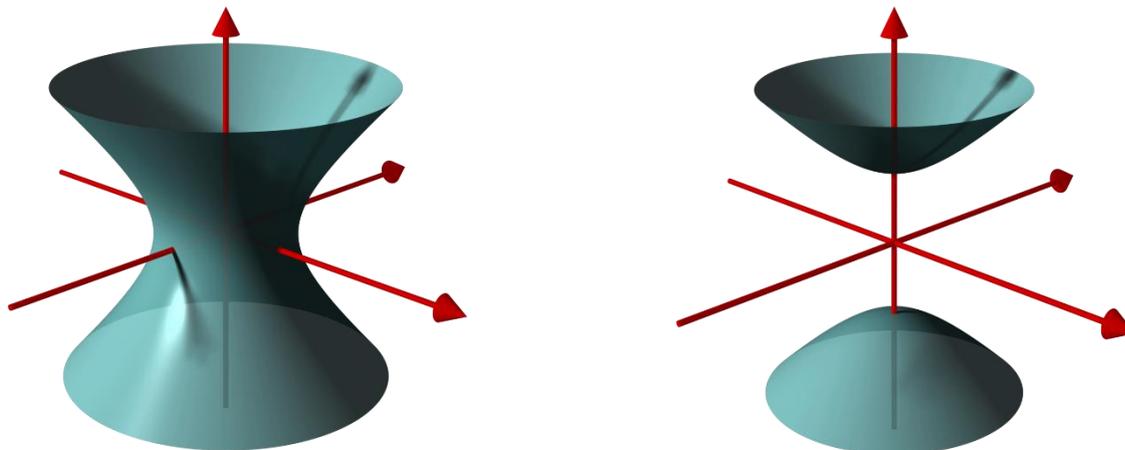


Рис. 1. Гиперboloид вращения: однополостной (слева) и двуполостной (справа).

Поверхность, заданная одним из данных уравнений, является гиперboloидом вращения тогда и только тогда, когда  $a=b$ .

Данные два вида отличаются тем, что однополостный гиперboloид может быть получен путём вращения гиперболы вокруг её мнимой оси, а двуполостный – вокруг её действительной оси [1].

Удивительно, что обе вариации этой геометрической фигуры используются людьми в реальной жизни.

Однополостные гиперboloиды используются в постройках, называемых гиперboloидными конструкциями. Так как данная фигура является дважды линейчатой поверхностью, то сооружения на её основе легко построить в виде решётки из прямых балок. Подобные конструкции, по сравнению с простыми ‘прямыми’ зданиями, имеют очень хорошую устойчивость против внешних сил. Но также они имеют небольшой недостаток: в силу своей формы такие сооружения создают огромные пустые, неиспользуемые объёмы пространства; и именно поэтому такие конструкции в основном используются для целевых, специальных сооружений, таких как градирни, водяные башни, маяки и телебашни [2,4].

Особенно такая форма важна для градирней, весь их способ работы основан на этом. В нижней широкой части башни происходит испарение большого количества воды. Затем ламинарный поток водяного пара ускоряется посредством центральной узкой части градирни и после доходит до верхней части, которая способствует турбулентному смешению потока и атмосферного воздуха.

Первым гиперболоидную конструкцию в архитектуру ввёл В. Г. Шухов, советский инженер и архитектор. Изучая гиперболоидные поверхности, он вывел семейство уравнений, которые в итоге привели к новым структурным системам, известным как гиперболоиды вращения и гиперболические параболоиды. Первой конструкцией, основанной на новой системе, стала решётчатая сетчатая башня, выполненная в форме гиперболоида вращения и построенная Владимиром Шуховым (рис. 2) для Всероссийской промышленной и художественной выставки в Нижнем Новгороде, которая проходила с 28 мая (9 июня) по 1 (13) октября 1896 года. Затем по всему миру стали строиться сооружения по новому подобию. Одни из них: Шуховская башня (Россия), Башня порта Кобе (Япония), Телебашня Гуанчжоу (Китай), Сиднейская телебашня (Австралия) [4].



Рис. 2. Шуховская башня в Москве.

Помимо целевых сооружений, форма однополостного гиперболоида часто используется для дизайна разных предметов, например, колонн, ваз, столов, стульев и т.д.

Так же и для формы двуполостного гиперболоида люди нашли применение. Свойство такого гиперболоида отражать лучи, направленные в один из фокусов, в другой фокус используется в телескопах, на основе системы Кассегрена. Впервые она была опубликована в 1672 году Лораном Кассегреном, французским оптиком. Такая система предполагает собой вариант двухзеркального объектива телескопа. Основное параболическое зеркало (вогнутое) с большим радиусом отбрасывает лучи на параболическое вторичное зеркало (выпуклое) с меньшим радиусом. Благодаря параболическому зеркалу телескоп имеет длинное фокусное расстояние при относительно небольших размерах трубы. У данной системы существует множество зеркальных вариаций, но все они предусматривают использование гиперболического зеркала.

Дизайн Кассегрена также широко используется в радиоантеннах. Антенны типа Кассегрена в настоящее время распространены для систем связи миллиметрового диапазона волн. Строение такой антенны включает основное

параболическое зеркало и гиперболическое вспомогательное зеркало, один из фокусов которой расположен в фокусе параболы, а другой – в центре излучателя. Благодаря такой конструкции, достигается высокий коэффициент усиления и узкая диаграмма направленности. Поэтому дизайн Касегренна, несмотря на свою сложность, приоритетно используется в параболических антеннах, в основном на спутниковых наземных станциях, в радиотелескопах и спутниках связи [1,3].

Помимо гиперболоида существует еще одна не менее важная для нас фигура, и название её – обобщенный геликоид. В геометрии, это поверхность Евклидова пространства, получаемая при вращении и одновременном перемещении кривой (кривой профиля) вдоль какой-либо оси. Линия, которая содержится в плоскости, проходящей через одну из координатных осей ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), называется меридианом обобщенного геликоида.

Есть два основных вида данной фигуры:

1) Линейчатый обобщенный геликоид, кривая профиля которого - это линия, а поверхность является линейчатой;

2) Круговой обобщенный геликоид, кривая профиля которого представляет собой окружность.

Помимо двух основных, существует множество других типов этой поверхности: закрытый, открытый, прямой, косой и разные их комбинации. Все они являются также винтовыми поверхностями и отличаются лишь кривыми профиля и осями, вдоль которых они перемещаются [2,3].

Так как существует множество различных вариаций этой замечательной фигуры, почти для каждой из них нашли применение в искусстве и технике. Так, например, круговой геликоид, у которого плоскость окружности перпендикулярна к оси, а сама окружность содержит одну точку оси, использовался для дизайна колонн в стиле барокко. Другой тип того же геликоида, но в котором плоскость окружности содержит ось вращения, представляет собой поверхность трубы, применяется которая во многих сферах нашей жизни: от простых водопроводных труб до трубовидных водных горок. Также форма обобщенного геликоида используется для дизайна лестниц (винтовые лестницы), автомобильных и прочих деталей, и главное применяется в формировании резьбовых поверхностей при изготовлении крепежных изделий. Именно благодаря такой форме обобщенного геликоида, болты, винты, гайки, шурупы и т.д. оказываются неотъемлемой частью любой конструкции и так важны в современном мире [1].

**Список литературы:**

1. Гордон, В.О. Курс начертательной геометрии: учебное пособие для студентов вузов / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский; под ред. В.О. Гордона. – М.: Высшая школа, 2008. – 272 с.
2. Богданова, Т.В. Использование информационно-коммуникационных и интернет-технологий при обучении начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике / Т.В. Богданова, М.Т. Кобылянский // наука 21 века: вопросы, гипотезы, ответы. – 2014. - №6. – С. 43-47.
3. Инженерная графика: учебник / Н.П. Сорокин, Е.Д. Ольшевский, А.Н. Заикина [и др.] / под ред. Н.П. Сорокина. – СПб: Лань, 2011. – 400 с.
4. Руденко, Т.В. Гиперболический параболоид в архитектуре [Электронный ресурс] / Абакан: МБОУ СОШ №25, 2017. – режим доступа: <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2017/02/09/giperbolicheskiy-paraboloid-v-arhitecture> [05.03.2019].