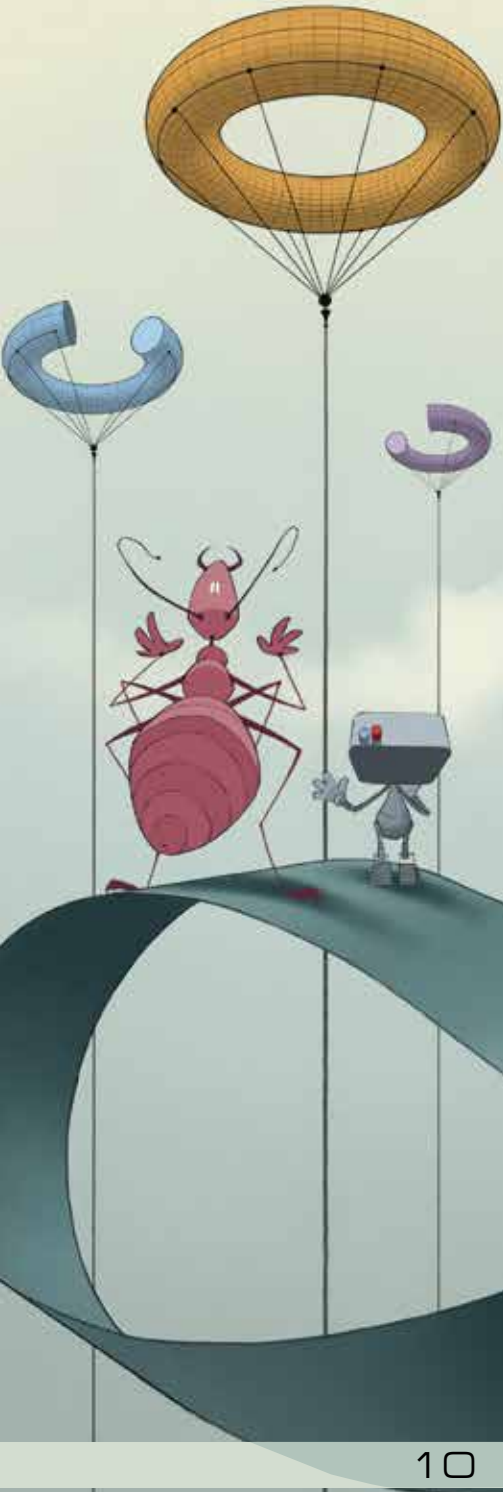


# СВОИМИ РУКАМИ

По материалам проекта  
«Математические этюды»

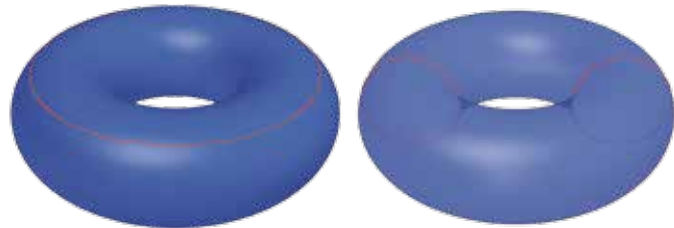


# ОКРУЖНОСТИ ВИЛЛАРСО И ПЛАСТИНЧАТЫЙ ТОР

Возьмём окружность и прямую (ось), которые лежат в одной плоскости, но не пересекаются. Если вращать плоскость вокруг оси, окружность заметёт фигуру, похожую на поверхность бублика. Эта фигура называется *тор*.

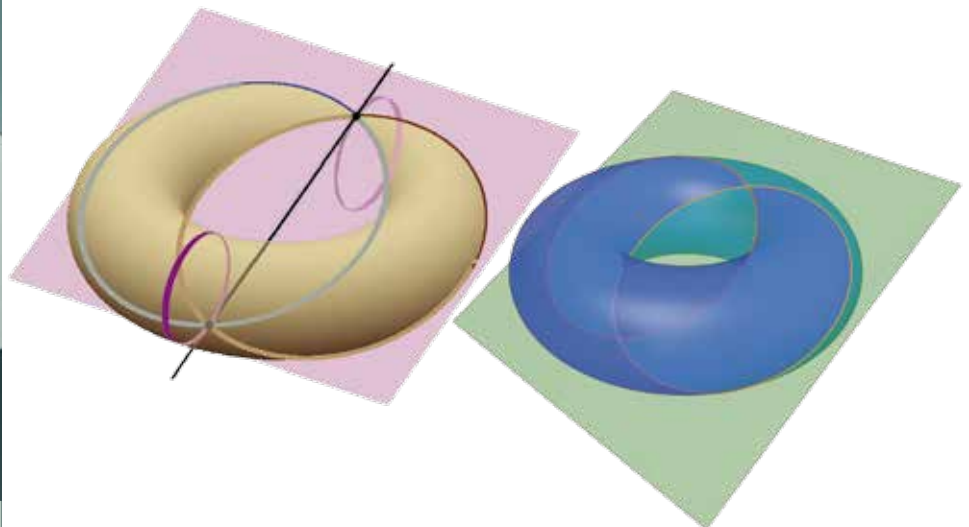


Если проследить за траекторией одной точки окружности, которую мы вращаем, мы увидим окружность на торе – «параллель». А ещё на нашем торе есть «меридианы» – положения исходной окружности в разные моменты времени.



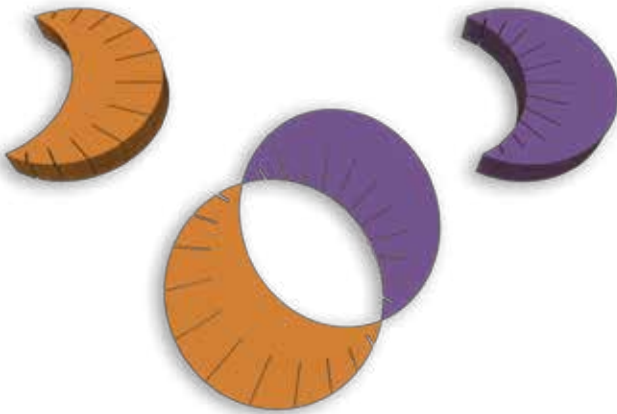
Оказывается, кроме параллелей и меридианов на таком торе есть и другие окружности!

В плоскости, которую мы вращали, лежат два меридиана нашего тора. Проведём через центр тора общую касательную к этим меридианам. Посмотрим на плоскость, проходящую через эту касательную перпендикулярно исходной плоскости.

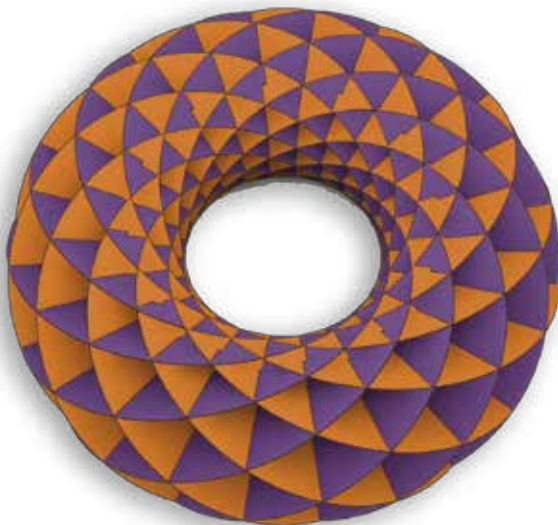


Оказывается, такая плоскость высекает на торе две пересекающиеся окружности. Это обнаружил в середине XIX века Антуан Ивон-Вилларсо (Antoine-Joseph Yvon Villarceau), астроном Парижской обсерватории.

В 2011 году была опубликована идея, как сделать модель тора из плоских пластинок одинаковой формы. Лишь направление прорезей делит их на два типа. И границы этих пластинок — не что иное, как части окружностей Вилларсо.



По ссылке [kvan.tk/villarceau](http://kvan.tk/villarceau) доступен чертёж для вырезания пластинок, рассчитанный на 24 дольки (по 12 каждого типа). В интернете по ссылкам [kvan.tk/villarceau-vid1](http://kvan.tk/villarceau-vid1) и [kvan.tk/villarceau-vid2](http://kvan.tk/villarceau-vid2) можно посмотреть, как собрать тор из таких пластинок.





Детали лучше делать из плотной бумаги (плотности  $\sim 200 \text{ г/м}^2$ ) или не очень толстого картона. Парные разноцветные пластинки вставляются соответствующими друг другу разрезами (разрезами с одним номером, если считать от края). На начальных этапах это несложно, а потом понадобятся сообразительность, трудолюбие и аккуратность (возможно, пригодится и прозрачный скотч). Зато в результате можно получить красивую модель (на фото – модель, собранная в редакции «Квантика»).



Фото: Г. Мерзон

На этой модели хорошо видно, что окружности Вилларсо образуют два семейства – проходящие по внешней стороне рыжих (см. рис. на с. 11) пластинок и проходящие по внешней стороне фиолетовых пластинок – и что любые две окружности Вилларсо разных семейств пересекаются. А присмотревшись внимательнее, можно заметить, что все окружности из одного семейства не пересекаются, но при этом зацеплены друг с другом.



Больше про окружности Вилларсо можно прочитать по ссылке [kvan.tk/villarceau-etudes](http://kvan.tk/villarceau-etudes) (сайт «Математические этюды») и в статье А. Акопяна «Окружности Вилларсо и расслоение Хопфа» по ссылке [kvan.tk/villarceau-kvant](http://kvan.tk/villarceau-kvant) (журнал «Квант», №5–6 за 2013 год).

Художник Алексей Вайнер