

Древняя наука и «Таинственный остров»

А. ЖУКОВ

МИСТЕР БРАУН, ЭТО ПРАВДА, ЧТО ВЫ БЫЛИ ОДНИМ из аэронавтов, об удивительных приключениях которых рассказал Жюль Верн в романе «Таинственный остров»?

В почитаемом и уважаемом преподавателе черокского колледжа трудно было узнать самого юного героя романа знаменитого писателя, но это был именно он – Герберт Браун, наравне со взрослыми ока-

завшийся в пору весеннего равноденствия 1865 года на необитаемом острове в необозримых просторах Тихого океана. Мистер Браун на миг прикрыл глаза, и в памяти, как наяву, всплыла картина бушующего океана: свирепые волны и аэростат, обреченно снижающийся к ревущей пучине.

«И тогда раздался мужественный голос – голос человека смелого, чье сердце не ведает страха. На оклик его ответили голоса не менее решительные.

– Все выбросили?

– Нет. Осталось золото – десять тысяч франков!

И тотчас тяжелый мешок полетел в океан.

– Поднялся шар?

– Чуть-чуть. Сейчас опять упадет!

– Что еще можно выбросить?

– Ничего!

– Ничего? А гондола?

– Цепляйтесь за сетку. А гондолу в воду!» [1]

– Да, – сказал мистер Браун, – волею провидения мне посчастливилось испытать невероятные приключения в компании мужественных и отважных людей. Неистощимая энергия, трудолюбие и сила воли инженера Сайруса Смита, журналиста Гедеона Спилета, Наба, моряка Пенкрофа помогли нам не только выстоять под ударами грозных сил стихии, но и создать на необитаемом острове настоящую колонию. Мы построили мосты, каналы, плотины и даже – сейчас в это трудно поверить! – электрический телеграф. Нам пришлось проделать как бы заново весь путь, пройденный человечеством: начать с изготовления примитивных орудий труда и добычи огня, а кончить довольно сложными механизмами.

– Мы читали! – похвастался мальчик с передней парты. – У инженера Сайруса Смита была поистине золотая голова.

– И золотые руки! – поддержали остальные дети.

– Да, – закивал сединой мистер Браун. – В свое время я учился у профессоров Бостона, но лучшего учителя, чем Сайрус Смит, мне встречать не доводилось. Это был настоящий инженер, ученый, человек энциклопедических знаний. Как сейчас помню: близится прекрасная тихая ночь. На горизонте, резко разграничивая море и небо, серебрится нежное бледное сияние – лунная заря. Сайрус Смит сосредоточенно направляет один конец самодельного деревянного циркуля на линию горизонта, а другой – на альфу Южного Креста.

– Мистер Браун, вы сейчас вспомнили, как Сайрус Смит определял координаты острова?

– Да-да, координаты острова...

– Мистер Браун, пожалуйста, расскажите об этом подробнее!

– С превеликим удовольствием. Неизвестно, какие сюрпризы готовит судьба каждому из вас, и я был бы счастлив, если бы наш опыт кому-то сослужил добрую службу.

Ориентируясь на местности, прежде всего нужно грубо, приблизительно оценить свое местоположение. Мы знали, что ураганный ветер, дующий с северо-востока, мог забросить наш шар в акваторию Тихого океана...

– А созвездия южного неба: Южный Крест, Скорпион, Рыбы, Звездный треугольник свидетельствовали о том, что вы попали в южную часть Тихого океана!..

– Совершенно верно. Но Тихий океан велик. Где же конкретно мы оказались – в пустынных его местах или же вблизи обитаемых берегов? Ответ на этот вопрос помог бы решить следующий – что важнее было бы делать в нашем положении: строить надежный дом или хороший корабль? Вот почему Сайрус Смит взялся определить координаты острова – его широту и долготу.

Как вы знаете, в географии долгота отсчитывается к востоку и к западу от Гринвичского меридиана от 0° до 180° . В первом случае долгота называется восточной, во втором – западной. Отправляясь, скажем, от Вашингтонского меридиана и равномерно перемещаясь на запад, мы равномерно будем увеличивать свою западную долготу. Можете ли вы назвать объекты, которые равномерно и постоянно, изо дня в день, из года в год перемещаются к западу?

– Это звезды!

– Это солнце!

– Они перемещаются к западу по небосводу!

– Замечательно! В чем еще, кроме угловой меры, можно измерить это перемещение?

– Солнечной тенью!

– Солнечными часами!

– Временем!

– Превосходно! Итак, между временем и долготой существует некоторая связь. В самом деле, Земля за 24 часа совершает один оборот вокруг своей оси. Следовательно, за один час земной шар поворачивается на 15° . Зная разницу в часах Δt между местным временем на начальном, скажем, Вашингтонском меридиане и местным временем на меридиане точки наблюдения к западу от Вашингтона, мы можем перевести эту разность в градусы долготы по формуле

$$\lambda = \lambda_0 + 15\Delta t, \quad (*)$$

здесь λ_0 – западная долгота Вашингтона, а λ – западная долгота точки наблюдения (промежуток времени Δt , конечно, предполагается не очень большим, чтобы значение λ укладывалось в пределы от 0° до 180° ; впрочем, это ограничение несложно обойти). Таким образом, основная трудность в определении долготы острова Линкольна (вы, наверное, помните, что свой остров мы назвали в честь благороднейшего гражданина Американской республики) свелась к определению разности в часах местного времени Δt .

– Мистер Браун, но ведь у Гедеона Спилета в момент катастрофы с воздушным шаром уцелели часы!

– Верно. Более того – по чистой случайности его часы совершенно не пострадали и продолжали показывать местное время на меридиане Вашингтона. Часы у него были с превосходным механизмом, и журналист по настоянию Сайруса Смита заводил их ежедневно, не переводя стрелок, самым тщательным образом. Шестнадцатого апреля, производя наблюдения за длиной тени, отбрасываемой на песок воткнутой палочкой, инженер установил прохождение солнца через меридиан острова. Полдень на острове Линкольна случился в тот момент, когда в Вашингтоне уже было пять часов вечера. Зная западную долготу Вашингтона $\lambda_0 \approx 77^\circ$ и подставив в формулу (*) значение $\Delta t = 5$ часов, Сайрус Смит оценил долготу острова: $\lambda \approx 152^\circ$ западной долготы. А учитывая вероятные ошибки в наблюдении, Сайрус Смит счел возможным сообщить товарищам, что остров лежит между сто пятидесятым и сто пятьдесят пятым меридианами к западу от Гринвича.

– Мистер Браун, а почему Сайрус Смит проводил

свои наблюдения не сразу, прибыв на остров, а лишь спустя месяц? Ведь это оказалось так просто!

– Просто? Хм... Все действительно было бы просто, если бы солнце по небосводу перемещалось равномерно.

– Как? Неужели оно движется неравномерно?

– Видите ли, человеческий глаз – не лучший, хотя и полезный инструмент для астрономических наблюдений. Доказано, что солнце путь свой над нами держит неравномерно. Причин здесь несколько – и наклон земной оси вращения к плоскости орбиты, и отличие этой орбиты от круговой, и неравномерность движения Земли по орбите... Чтобы получить среднее солнечное время, текущее равномерно, нужно к так называемому истинному солнечному времени, которое показывают обычные солнечные часы – тень от воткнутой в песок палочки, – добавить некоторую поправку. Величина этой временной поправки, например, в ноябре месяце может достигать шестнадцати минут. Кстати, какой ошибке в определении долготы соответствует эта поправка, если ее рассчитывать по формуле (*)?

– Четырем градусам.

– Вот видите, пренебрегать ею было бы неразумно. Лишь четыре раза в год поправка равна нулю – это бывает около 15 апреля, 14 июня, 1 сентября и 25 декабря.

– Почему «около»?

– Потому что год не содержит целого числа суток и указанные даты могут изменяться в пределах 1–2 дней.

– Мистер Браун, а как Сайрус Смит определял широту острова?

– Определение широты основано на так называемой теореме о высоте полюса мира. Для непосвященных это звучит несколько загадочно и торжественно, хотя сама теорема представляет собой довольно простой факт элементарной геометрии. Скажите, пожалуйста, кому-либо из вас доводилось фотографировать звездное небо, особенно в его северной части?

– Да, – поднялся рослый мальчик со среднего ряда.

– Я фотографировал. Если устанавливать большую выдержку, то на диапозитиве видны концентрические дуги различных радиусов, центр которых близок к Полярной звезде. Эти дуги – траектории звезд на небосводе.

– Замечательно, Роберт! – мистер Браун дружелюбно улыбнулся. – Несомненно, твой опыт удостоился бы высокой похвалы Сайруса Смита. Действительно, на небосводе можно обнаружить неподвижную точку, вокруг которой, как нам кажется, движутся звезды. Эта точка называется северным полюсом мира. Точно так же, если фотографировать небо в южном полушарии, можно выделить точку, называемую южным полюсом мира. Прямая, соединяющая полюс мира с точкой наблюдения, в астрономии получила название оси мира. Древние полагали, что все звезды укреплены на прозрачной хрустальной сфере, которая медленно вращается вокруг оси мира, завершая полный оборот за сутки.

– Мистер Браун, но ведь у разных наблюдателей будут получаться разные оси мира?

– Действительно, это так. Но, где бы ни находился наблюдатель, его ось мира будет параллельной оси вращения Земли. Понять это легче всего, представив себе звездный купол в виде большой хрустальной сферы, которую воображали древние вокруг нашей планеты. Точка, в которой пересекает сферу земная ось вращения, по мере увеличения радиуса сферы будет удаляться в бескрайние просторы вселенной, в бесконечность, и по мере этого удаления ось мира земного наблюдателя будет все больше приближаться к прямой, параллельной оси вращения Земли. Кстати, огромные космические расстояния по сравнению с земными позволяют говорить и о практической параллельности лучей звезды, достигающих различных точек земной поверхности.

А теперь ответьте, пожалуйста, на такой вопрос. Если мы, выйдя из Чероки, направимся по меридиану строго на север, что будет происходить с северным полюсом мира?

– Он будет подниматься все выше и выше над горизонтом.

– Угол, который составляет ось мира с плоскостью горизонта, в астрономии называют высотой полюса мира.

– Ага, получается, что высота полюса мира пропорциональна географической широте точки наблюдения!

– Здесь уместно говорить не только о пропорциональности, но и о равенстве. Посмотрите на рисунок 1, на котором изображен земной шар. Высота полюса мира и географическая широта точки наблюдения являются углами с взаимно перпендикулярными сторонами, следовательно, эти углы равны.

– Все ясно! Сайрус Смит определил высоту южного полюса мира.

– Да, и в этом ему помогли некоторые сведения из астрономии. У Роберта хорошая наблюдательность – фотографируя звездное небо, он заметил, что северный полюс мира находится вблизи Полярной звезды. Угловое расстояние между ними примерно 1° , так что Полярная звезда может служить хорошим маяком путешественникам. Несколько сложнее ориентироваться в южном полушарии – вблизи южного полюса мира нет такой яркой звезды, как Полярная.

– Сайрус Смит ориентировался по звезде Альфа Южного Креста.

– Совершенно верно. Немногие помнят, что альфа Южного Креста отстоит от полюса на угловом удалении примерно 27° , но Сайрус Смит это знал. Он измерил угол возвышения этой звезды над горизонтом в момент ее так называемой нижней кульминации – при

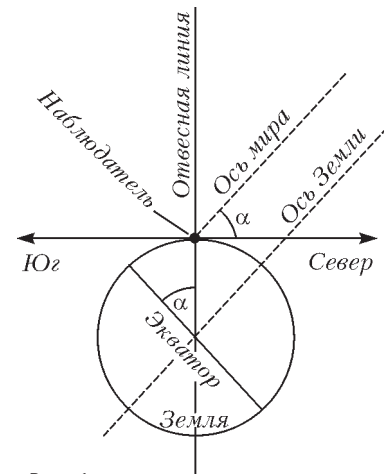


Рис. 1

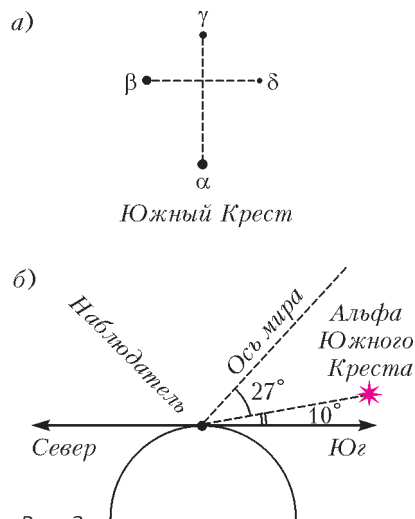


Рис. 2

прохождении ее через меридиан острова, когда Южный Крест предстал перед наблюдателем как бы вверх ногами (рис.2). Этот угол оказался равным 10° , что дает значение высоты южного полюса мира, а следовательно, и широты острова: $10^\circ + 27^\circ = 37^\circ$.

– Мистер Браун, но ведь Сайрус Смит производил свои наблюдения на высо-

ком плато. Неужели поправка на высоту этого плато оказалась несущественной?

– Сайрус Смит для своих наблюдений избрал плато Кругозора лишь потому, что на близлежащем и доступном берегу моря мыс Коготь закрывал южную сторону горизонта. Жюль Верн довольно подробно описал, как инженеру удалось с помощью теоремы о подобных треугольниках оценить высоту плато Кругозора – я на этом останавливаться не буду. Напомню лишь, что высота H плато оказалась равной 100 метрам. У подножия плато горизонт другой, чем на самом плато, поэтому следует рассмотреть угловую поправку ϵ , учитывающую это отличие (рис.3). Опять же воспользовавшись свойством углов со взаимно перпендикулярными сторонами, находим, что эта поправка равна углу между двумя земными радиусами, проведенными в точку касания с Землей горизонта плато и в точку подножия плато. Из прямоугольного треугольника с известной гипотенузой $R + H$ и катетом R находим косинус угла между ними: $\cos \epsilon = \frac{R}{R + H}$. Поскольку величина среднего радиуса Земли $R = 6371004$ м, а высота плато $H = 100$ м, то отсюда $\epsilon \approx 0,32^\circ$ – поправка, действительно, несущественная.

– Но, мистер Браун, как же Сайрус Смит мог получить такое ничтожно малое значение угла ϵ , ведь у него же не было специальных таблиц?

– Здесь нет ничего удивительного. Таблицы ведь тоже появились не сами по себе – в свое время их кто-

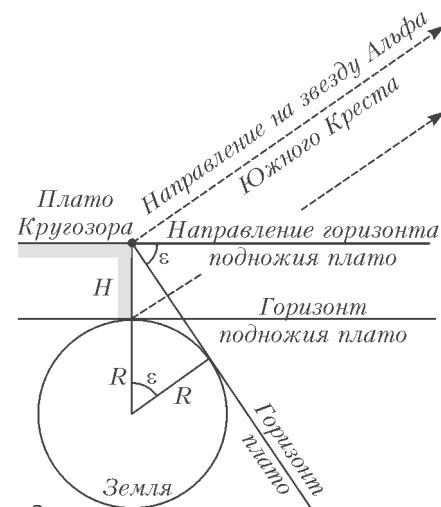


Рис. 3

то составлял, а для этого проводил необходимые расчеты. Для небольших значений произвольного угла x , выраженного в радианах, существует приближенная

зависимость $\cos x \approx 1 - \frac{x^2}{2}$. В нашем случае имеем

$$1 - \frac{\epsilon^2}{2} \approx \frac{R}{R + H}, \text{ откуда } \epsilon \approx \sqrt{\frac{2H}{R + H}} \approx 0,0056028 \text{ ради-}$$

ана, что составляет $0,32^\circ$. Как видите, при надлежащих знаниях и умениях можно выпутаться из многих затруднительных положений.

Я хочу еще обратить ваше внимание на то, что Сайрусу Смигу в его изысканиях ассистировали геометрия, астрономия, арифметика – составные части древней науки математики, как ее представляли последователи древнегреческого ученого Пифагора (VI в. до н.э.), включая в нее еще и музыку. Все эти четыре раздела пифагорейцы объединяли одним словом – математика.

Литература

1. Жюль Верн. Таинственный остров. – М.: Детская литература, 1980.
2. Зигель Ф.Ю. Сокровища звездного неба. Путеводитель по звездам и Луне. – М.: Наука, 1986.
3. Михайлов А.А. Земля и ее вращение. – М.: Наука, 1984. (Библиотечка «Квант», вып.35.)
4. Волошинов А.В. Пифагор: союз истины, добра и красоты. – М.: Просвещение, 1993.