

Видимые показания движущихся часов. Синхронизация неподвижных и движущихся часов.

д.т.н. Плясовских А.П.

Аннотация. Рассмотрен вопрос о видимых показаниях движущихся относительно наблюдателя часов в двух частных случаях: при движении по окружности и по прямой линии. Показано, как движущиеся часы могут быть синхронизированы с неподвижными часами.

Введение

В работе [1] рассмотрена видимая форма движущихся тел. Одна из основных мыслей, которая изложена в этой работе состоит в том, что видимая (наблюдаемая) неподвижным наблюдателем форма движущихся тел является не такой, как в неподвижном состоянии. Из-за движения, и из-за конечной скорости света движущиеся тела выглядят несколько по-другому (искаженно), по сравнению с тем, как они выглядят в неподвижном состоянии.

Представляет интерес аналогичный вопрос о видимых показаниях движущихся часов, который рассмотрен в настоящей работе.

Видимые показания движущихся часов

Пусть наблюдатель находится внутри, в центре двух колец одинакового диаметра. Одно кольцо неподвижно, второе вращается с линейной скоростью v . По всей окружности с внутренней стороны колец рядом друг с другом прикреплены часы, так что один ряд часов является неподвижным, второй – вращающимся.

Неподвижные часы синхронизированы друг с другом. Факт синхронизации можно проверить, сделав из центра кольца моментальный панорамный снимок часов по всей окружности со всех сторон на 360° . На снимке все синхронизированные между собой часы будут показывать одинаковое время.

Движущиеся по окружности часы также синхронизированы друг с другом. Факт синхронизации можно проверить, сделав из центра кольца моментальный панорамный снимок на 360° . На снимке все синхронизированные между собой движущиеся часы будут показывать одинаковое время.

Отсюда следует, что разница показаний неподвижных и движущихся часов, которые оказались рядом (и не только рядом) в момент одного снимка в любом месте окружности всегда является одинаковой.

Этот факт дает возможность синхронизировать движущиеся и неподвижные часы между собой.

Это можно сделать тремя способами.

Три способа синхронизации движущихся и неподвижных часов

1 способ: по событию. Пусть в центре колец на мгновение вспыхивает точечный источник света. Каждые часы имеют фотоэлемент, регистрирующий вспышку. По сигналу фотоэлемента все движущиеся и неподвижные часы устанавливаются на одинаковое время «00:00:00». Сделанный в момент синхронизации панорамный снимок всех

движущихся и неподвижных часов покажет, что абсолютно все движущиеся и неподвижные часы имеют одинаковые показания, а это значит все движущиеся и неподвижные часы синхронизированы между собой. Интересно отметить следующее. Если сразу после синхронизации сделать мгновенный снимок движущихся и неподвижных часов в любой части колец, подойдя к ним поближе, то на снимке расположенные рядом движущиеся и неподвижные часы будут показывать одинаковое (одно и то же) время.

Если прикрепить фотоаппарат на вращающемся кольце (на кронштейне) так, чтобы он мог делать фотографии одновременно движущихся и неподвижных часов, расположенных рядом с ним, то на сделанной им фотографии мы увидим, что движущиеся и неподвижные часы сразу после синхронизации показывают одинаковое время.

При этом если сделать две фотографии одних и тех же движущихся и неподвижных часов (в момент, когда они проходят мимо друг друга и находятся рядом), причем одна фотография будет сделана с помощью неподвижного фотоаппарата, а другая фотография – с помощью вращающегося на кольце (движущегося) фотоаппарата, то на обеих фотографиях движущиеся и неподвижные часы, во-первых, будут рядом, во-вторых, они будут показывать одинаковое (одно и то же) время.

2 способ: по сигналам неподвижных часов. В момент времени «00:00:00» по синхронизированным неподвижным часам все ближайšie к ним движущиеся часы также устанавливаются на «00:00:00». Результат будет точно таким же, как и в первом способе синхронизации.

3 способ: по сигналам движущихся часов. В момент времени «00:00:00» по синхронизированным движущимся часам все ближайšie к ним неподвижные часы также устанавливаются на «00:00:00». Результат будет точно таким же, как в первом и во втором способе синхронизации.

Рассмотрим теперь гипотетическую кольцевую автостраду, проходящую по всему экватору земного шара. Вдоль автострады расположены неподвижные синхронизированные между собой часы, циферблаты которых видны со всех сторон. По автостраде со скоростью 0,866 скорости света едут машины. На каждой машине имеются часы, циферблаты которых расположены на крыше и видны со всех сторон.

Часы на всех движущихся машинах синхронизированы между собой, в чем можно убедиться, сделав одновременный снимок всех движущихся часов со спутника, находящегося в момент съемки на оси вращения Земли над северным (или южным) полюсом.

На этом снимке все движущиеся часы будут показывать одно и то же (одинаковое) время.

Из рассмотренного выше примера ясно, что на сделанном из космоса моментальном снимке всех неподвижных и движущихся на автомобилях по экватору часов будет видно:

1. все неподвижные часы показывают одинаковое время;
2. все движущиеся часы показывают одинаковое время;
3. разница между оказавшимися рядом (и не только рядом) на снимке неподвижными и движущимися часами в любой точке экватора одинакова.

Самый главный вывод, имеющий отношение к СТО, заключается в следующем.

1) Все движущиеся синхронизированные между собой часы, сфотографированные с одинакового расстояния в момент съемки, *неподвижным* фотоаппаратом, на снимке будут показывать одинаковое время.

2) Все движущиеся синхронизированные между собой часы, сфотографированные с одинакового расстояния в момент съемки, *движущимся* фотоаппаратом, на снимке также будут показывать одинаковое время.

3) Если из космоса сверху под углом 90° к поверхности земли (в точке съемки) сфотографировать движущуюся по дороге машину, в передней и задней части которой расположены синхронизированные между собой часы, на фотографии мы увидим одинаковые показания этих часов. Если на этой же фотографии будут зафиксированы неподвижные часы, расположенные на земле у дороги, все неподвижные часы на фотографии будут также показывать одинаковое время.

4) Если, стоя у дороги, под углом 90° градусов к ней сфотографировать движущуюся машину, в передней и задней части которой расположены синхронизированные между собой часы, причем в момент съемки расстояние от объектива до этих часов будет одинаковым (часы и объектив фотоаппарата образуют равнобедренный треугольник), то на фотографии мы увидим одинаковые показания этих движущихся на машине часов.

Примечание. В мысленном эксперименте можно представить полупрозрачную сферу размером с Землю, на поверхности которой по большому кругу расположен один ряд замкнутых в кольцо синхронизированных неподвижных часов, и рядом движется по кругу второй ряд (замкнутых в кольцо) синхронизированных часов. Из центра сферы делают панорамный мгновенный снимок одновременно всех неподвижных и движущихся часов.

Следствие

Если над поверхностью Земли летит шест, длиной 10 м, по всей длине которого через 10 см (например), прикреплены синхронизированные часы со светодиодами, и все светодиоды на мгновение вспыхнут одновременно по сигналам этих часов, то на снимке, сделанном в момент вспышки под 90° из космоса (или сделанном под 90° к шесту с большого расстояния на земле), мы увидим, что

- 1) все движущиеся часы имеют одинаковые показания,
- 2) все светодиоды на шесте зажглись одновременно.

Движение часов по прямой линии

Рассмотрим случай, когда один ряд неподвижных синхронизированных часов расположен на прямой линии, например, прикреплен к одной прямой длинной проволоке. Второй ряд синхронизированных часов, прикрепленных к другой прямой проволоке, движется параллельно первому ряду в непосредственной близости от него.

Из предыдущих примеров видно, что если из далекого расстояния под углом 90° к линиям часов сделать мгновенный фотоснимок, то в силу того, что расстояние от объектива фотоаппарата до запечатленных на фотографии часов будет одинаковым, на фотографии мы увидим

- 1) показания разных неподвижных часов являются одинаковыми,
- 2) показания разных движущихся часов являются одинаковыми,
- 3) разность показаний между неподвижными и движущимися часами, оказавшимися на фотографии рядом, является одинаковой.

Этот результат следовало бы ожидать из того, что развернув в линию расположенные по окружности неподвижные и движущиеся часы, мы должны были получить аналогичную картину.

Синхронизация движущихся и неподвижных часов

В случае, когда неподвижные синхронизированные часы расположены в один ряд и параллельно движется другой ряд синхронизированных часов, то синхронизация всех движущихся и неподвижных часов может быть сделана одним из двух способов, которые дадут идентичный результат.

1 способ: синхронизация по неподвижным часам. В момент времени «00:00:00» по неподвижным часам все ближайшие к ним движущиеся часы устанавливаются на «00:00:00». Если после этого из далекого расстояния под углом 90° к линии часов сделать фотографию, то оказавшиеся рядом движущиеся и неподвижные часы, запечатленные на фотографии, будут показывать одинаковое время.

2 способ: синхронизация по движущимся часам. В момент времени «00:00:00» по движущимся часам все ближайшие к ним неподвижные часы также устанавливаются на «00:00:00». Результат будет точно таким же, как в первом способе синхронизации.

Вывод

1. В случае движения часов по окружности рядом с расположенными на другой окружности неподвижными часами, факт того, что движущиеся часы синхронизированы между собой, можно подтвердить с помощью моментального одновременного панорамного снимка на 360° , всех часов, сделанного из центра окружности. При этом

- если движущиеся часы синхронизированы, то на снимке показания всех движущихся часов будут одинаковыми;

- показания всех синхронизированных неподвижных часов на этом снимке также будут одинаковыми;

- разница показаний движущихся и неподвижных часов, оказавшихся в момент съемки в непосредственной близости, в любой точке окружности, будет одинакова;

- если сделать снимок движущихся и неподвижных часов после их синхронизации одним из описанных выше способов, то оказавшиеся рядом в момент снимка движущиеся и неподвижные часы на снимке будут показывать одинаковое время.

2. В случае движения ряда синхронизированных часов по прямой линии вдоль другого ряда неподвижных синхронизированных часов на снимке, сделанном из далекого расстояния под 90°

- все неподвижные часы будут иметь одинаковые показания;

- все движущиеся часы будут иметь одинаковые показания;

- если движущиеся и неподвижные часы синхронизированы одним из описанных выше способов, то на сделанном снимке оказавшиеся рядом движущиеся и неподвижные часы будут показывать одинаковое время.

Заключение

В работе показано, если сфотографировать движущие синхронизированные между собой часы из точки, расположенной на одинаковом расстоянии от часов в момент съемки, то на снимке показания часов будут одинаковыми. Этот результат будет одинаков как при съемке неподвижным фотоаппаратом, так и при съемке движущимся фотоаппаратом.

Один ряд движущихся часов можно синхронизировать с другим рядом неподвижных синхронизированных часов. Для этого нужно одновременно (по показаниям неподвижных часов) показания движущихся часов установить такими же, как показания ближайших к ним неподвижных часов.

Факт синхронизации можно подтвердить, сделав моментальную фотографию движущихся и неподвижных часов. Если движущие и неподвижные часы синхронизированы, то оказавшись рядом на фотографии, они будут показывать одно и то же (одинаковое) время.

Описанные результаты не зависят от скорости движения часов.

Продолжение следует.

26.09.2024 г.

Список литературы

1. Болотовский Б. М., Малыкин Г. Б. Видимая форма движущихся тел // Успехи физических наук. 2019. Т. 189. № 10. С. 1084-1103..

Сведения об авторе

Плясовских Александр Петрович

д.т.н., профессор Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации

E-mail: al.plyasovskih@yandex.ru