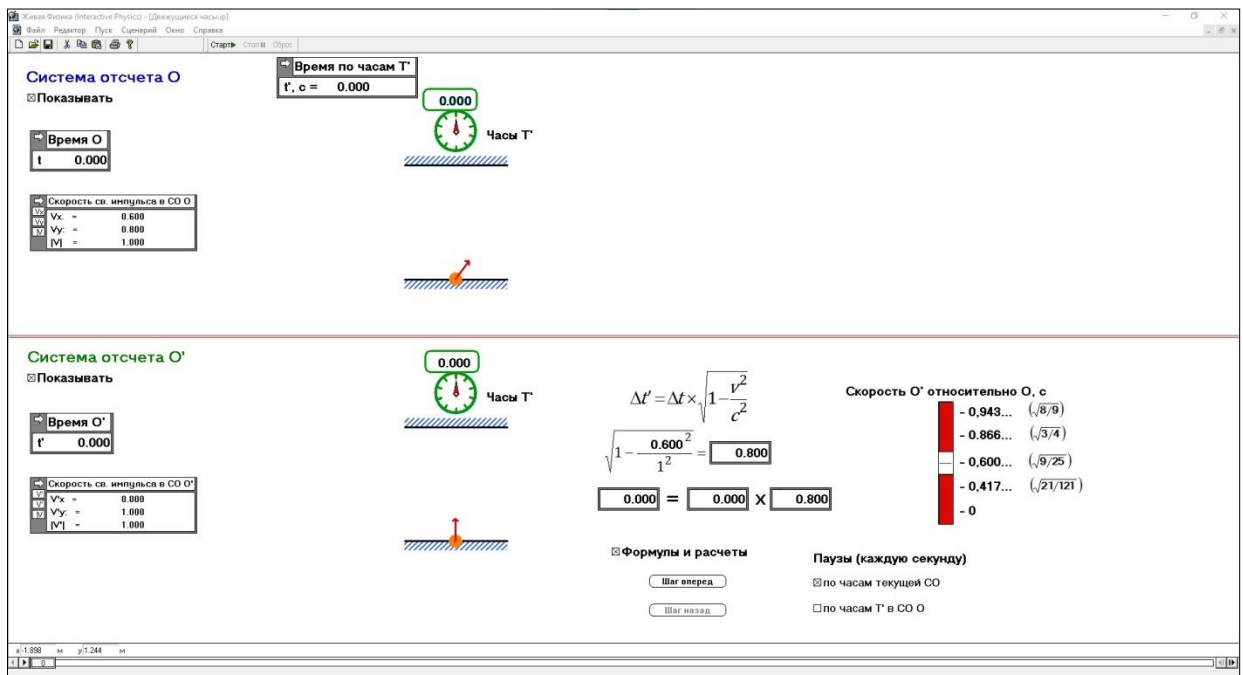


# Модель «Движущиеся часы»



## Назначение

Модель предназначена для демонстрации явления замедления времени в СТО.

## Технические комментарии

Скриншот модели показан на рисунке.

Смоделированы световые часы (с именем «Часы T») в двух системах отсчета. В нижней половине экрана расположена СО O', в которой эти часы покоятся. В верхней – СО O, относительно которой СО O' движется со скоростью, заданной регулятором. Регулятор позволяет установить скорость движения СО O' относительно СО O из указанного на нем набора скоростей. Эти скорости выбраны так, что замедление оказывается равным десятичной дроби с малым числом значащих цифр после запятой.

Сами часы представляют собой два зеркала, между которыми движется световой импульс. Для удобства отсчета времени часы снабжены стрелочным и цифровым циферблатами. В каждой СО есть измеритель скорости движения световых импульсов часов.

В модель включены два чекбокса «Пауза». Чекбокс «по часам текущей СО» приостанавливает работу модели по истечении каждой секунды времени по часам именно текущей СО. Чекбокс «по часам T' в СО O» действует только при показе СО O и приостанавливает работу модели, когда по этим часам проходит целое число секунд.

Кнопки «Шаг назад» и «Шаг вперед» позволяют точно настроить модель на нужный момент времени. Их же удобно использовать сразу после открытия модели, чтобы начальные условия оказались вычисленными в нулевом кадре. Чекбокс «Формулы и расчеты» позволяет показать формулы, описывающие замедление времени и расчеты его значения для установленной скорости движения СО O'.

Максимальное время, которое могут показывать движущиеся часы модели – 19 секунд. На кадре, после которого время должно превысить эту величину, модель останавливается.

## Рекомендации по использованию

Перед первым запуском рекомендуется сохранить модель в следующем состоянии: чекбокс «Формулы и расчеты» и чекбоксы «Пауза» выключены; показ обеих СО отключен. Затем, включив показ только СО  $O'$  (в которой часы неподвижны), познакомить учащихся с устройством световых часов. Включить паузы в текущей СО. Показать, как часы отсчитывают секунды при движении светового импульса между зеркалами. Обратит внимание учащихся на показания измерителя скорости светового импульса в этой СО.

После этого можно нажать кнопку «Сброс», закрыть показ СО  $O'$  и открыть показ СО  $O$ . Показать поведение часов в этой СО. Обратит внимание учащихся на то, что скорость светового импульса в ней по-прежнему равна скорости света, но из-за изменения направления движения этого импульса часы, с точки зрения наблюдателя этой СО, идут медленнее. Продемонстрировать затем, как изменяется скорость, с которой идут движущиеся часы при изменении скорости движения одной СО относительно другой.

То, насколько медленнее идут движущиеся часы для легко рассчитать исходя из того, что скорость фотона в любой СО – равна скорости света.

Завершить демонстрацию модели можно, например, задав учащимся вопрос, при какой скорости СО  $O'$  ее часы, с точки зрения наблюдателя СО  $O$ , будут идти медленнее ровно в два раза и проверив ответ на модели.