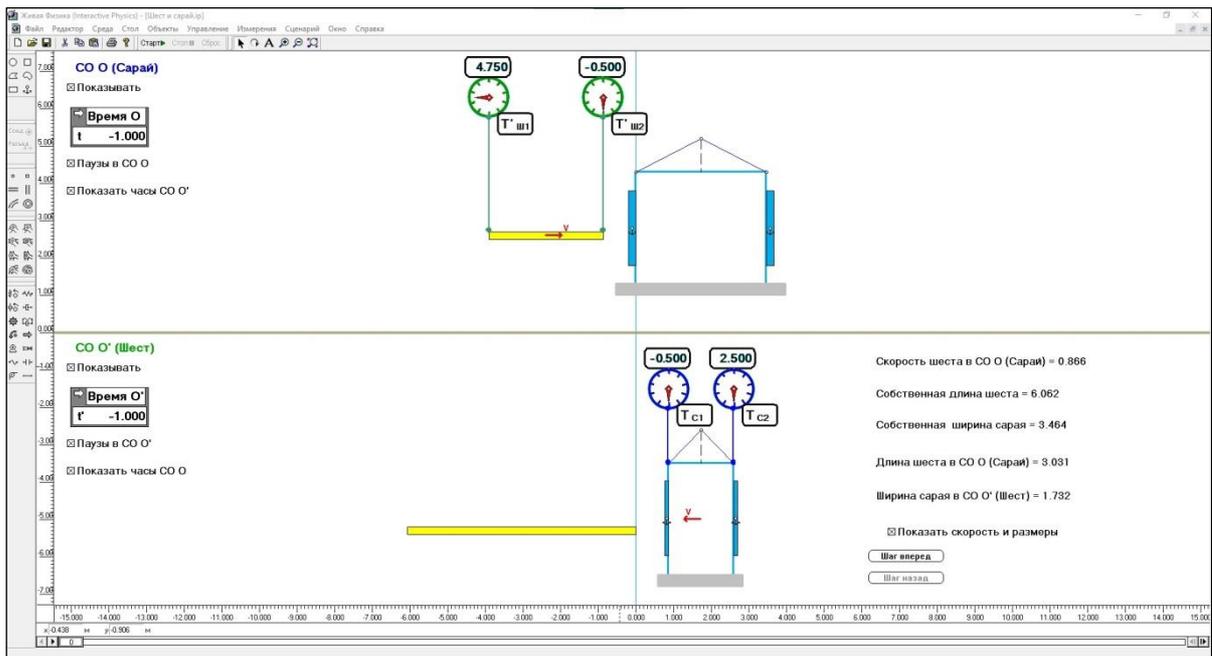


## Модель «Парадокс шеста и сарая»



### Назначение

Модель предназначена для демонстрации одного из самых популярных парадоксов СТО, замечательного тем, что о нем и очень легко рассказать и одновременно его легко воспринять именно как парадокс.

Если расположенный горизонтально шест сокращается при быстром движении, то шест, имеющий собственную длину, например 6 м, и движущийся с достаточно большой скоростью, целиком поместится внутри, к примеру, неподвижного сарая длиной 3 м. Но в системе отсчета, связанной с шестом, сам шест будет иметь 6 м длины, а навстречу ему будет двигаться сарай, длина которого сильно сократится. Как же может быть, что в одной системе отсчета шест помещается целиком внутри сарая, а в другой – нет?

### Технические комментарии

Скриншот модели показан на рисунке. Моделируется ситуация, когда в системе отсчёта, связанной с сараем, «укоротившийся» шест влетает в него через открытую переднюю дверцу, затем оказывается внутри сарая целиком (передняя дверца при этом закрывается), а оказавшись передним концом у задней дверцы (которая в этот момент распахивается), начинает покидать сарай. И, в конце концов, шест вылетает из сарая полностью. Модель останавливает свою работу, когда по ее часам проходит 10 с.

(Модель не предназначена для обсуждения более сложных вопросов типа «что произойдет, если оказавшийся целиком внутри сарая шест врежется в закрытую дверцу/затормозит внутри».)

Смоделировано происходящее в двух системах отсчета, первой – связанной с сараем и второй, связанной с шестом. В верхней половине экрана размещена СО «Сарай». Ее начало отсчета, точка  $O$ , находится у передней дверцы сарая. В нижней половине размещена СО «Шест», ее начало отсчета, точка  $O'$ , расположена у переднего конца шеста.

В СО «Сарай» размещен измеритель времени в этой СО. Чекбокс «Показывать часы СО  $O'$ » включает показ часов указанной СО, расположенных у переднего и заднего концов шеста. Эти часы ( $T'_{ш1}$  и  $T'_{ш2}$ ) представлены движущимися стрелочными циферблатами,

дополненными скрепленными с ними цифровыми измерителями. По ним можно видеть, в какие моменты по часам СО «Шест» концы шеста оказываются у передней и задней стенок сарая. Чекбокс «Паузы в СО О» включает приостановку работы модели в моменты, когда шест начинает влетать в сарай, оказывается внутри сарая целиком, начинает покидать сарай и, наконец, покидает его полностью. Чекбокс «Показывать» позволяет скрыть эту СО.

В СО «Шест» размещены аналогичные чекбоксы и измеритель. Кроме этого в ней расположен чекбокс «Показать скорость и размеры», включающий показ необходимых величин. Кнопки «Шаг назад» и «Шаг вперед» позволяют точно настроить модель на нужный момент времени.

Начальное время в модели  $t = -1$  с. При этом в СО «Сарай» шест отстоит от передней дверцы сарая так, что его передний конец окажется у дверцы в момент, когда часы СО будут показывать  $t = 0$ . Соответственно, в СО «Шест» передняя дверца сарая отстоит от переднего конца шеста так, что в нулевой момент времени сарай начинает двигаться на шест.

### Рекомендации по использованию

Перед первым запуском рекомендуется сохранить модель в состоянии, когда включен только чекбокс показа СО О (Сарай) и пауз в ней. Познакомить учеников с парадоксом, запустить модель и показать, что в этой СО с момента  $t = 3,5$  с и до момента  $t = 4$  с шест расположен целиком внутри сарая, а дверцы сарая при этом одновременно закрыты.

Далее напомнить об относительности одновременности, выполнив «Сброс» включить показ СО «Шест» и пауз в ней после чего показать, что в этой СО дверцы (и оба конца шеста) внутри сарая одновременно не оказываются. Включив показ часов «другой» СО в каждой из СО модели, показать, что с учетом сокращения длины и замедления времени все происходящее полностью согласовано, тем самым никакого парадокса нет.