

2 Негрей, В. Я. Некоторые задачи развития интеллектуальных транспортных систем / В. Я. Негрей, С. А. Пожидаев // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию БелИИЖТа–БелГУТа. – Гомель : БелГУТ, 2018. – С. 104–105.

3 Негрей, В. Я. Интеллектуальные технологии в управлении на транспорте / В. Я. Негрей, С. А. Пожидаев // Современные информационные и коммуникационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании : тез. докл. XII Междунар. науч.-практ. конф. – Днепр : ДНУЖТ, 2018. – С. 142.

4 Прогнозирование потребления электрической энергии дистанции электрооборудования с помощью искусственных нейронных сетей / В. Н. Галушко [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2019. – № 1 (38). – С. 39–41.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Негрей Виктор Яковлевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», профессор кафедры управления эксплуатационной работой и охраны труда, д-р техн. наук, профессор;
- Пожидаев Сергей Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры управления эксплуатационной работой и охраны труда, канд. техн. наук, доцент, pgsergey2006@yandex.ru.

УДК 656.21.05

## **ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТАЙМЕРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТРЕХМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ СТАНЦИЙ**

*А. К. ГОЛОВНИЧ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Технологические процессы на станции выполняются с различной скоростью в зависимости от операционных условий и влияющих факторов. Длительности отдельных событий, сопровождающих операции, могут различаться (от быстрых – сход вагонов, до продолжительных – накопление состава на путях сортировочного парка). При моделировании работы станции на 3D-масштабном аналоге путевой инфраструктуры продолжительности модельных операций должны быть определенным образом увязаны со скоростью протекания операций реальной системы. Масштаб времени динамической модели станции связывается с пространственной соразмерностью объектов, обуславливая высокую реалистичность модельной реконструкции с приближением компьютерной визуализации к натурной видеосъемке. При этом скорости течения модельных операций могут:

– совпадать с реальными процессами, что обеспечивается *изохронным таймером*;

– опережать или отставать от реальных технологических процессов и контролироваться *спидинговым таймером*;

– косвенно зависеть от скоростей выполнения станционных процессов, основываясь на алгоритмах работы *автономного таймера*.

**Изохронный таймер** формирует наиболее адекватную компьютерную установку прототипированной станции. Модельный образ масштабированных объектов инфраструктуры и подвижного состава дополняется корректной визуализацией технологических процессов в полном соответствии с законами физики и требованиями нормативных документов, регламентирующими перевозочный процесс. Скорость выполняемых технологических операций в модели не изменится при зуммировании (приближении к наблюдателю) объектов, приводящем к пропорциональному или непропорциональному изменению размеров информационных структур. Независимость функционирования модельного таймера от величины экранных объектов называется временным инвариантом. Приближение наблюдателя к модельному объекту интерпретируется как пропорциональное масштабирование, приводящее к «растягиванию» длины, ширины и высоты компьютерной реконструкции. Структурное различие между этими порожденными различным масштабом образами отсутствует, а следовательно, все процессы в них протекают одинаково.

**Спидинговый таймер** способен изменять скорости выполнения технологических операций по сравнению с длительностями процессов прототипа. Изменение временных ритмов реализуется в модельных реконструкциях станций в следующих условиях:

1) быстрого изменения состояний объектов, наступающего в результате:

1.1) критических обстоятельств (например, выхода из строя систем автоматики и телемеханики, путевой инфраструктуры, подвижного состава, приводящих к сходу вагонов);

1.2) штатного развития технологических процессов (взаимных ударных воздействий вагонов в сортировочном парке после отпуска с горки, влияния инерционных сил на груз в вагоне при трогании поезда).

В этих условиях таймер замедляет визуализируемые процессы, сохраняя все промежуточные состояния объектов;

2) медленного развития различных ситуаций, следствием которых является малозаметная динамика процессов при визуализации состояний на протяжении достаточно длительного времени. Такое квазистатическое развитие процессов порождается:

2.1) регламентным выполнением технологических операций (накопление вагонов на состав поезда конкретного назначения согласно плану формирования);

2.2) возрастающими внутренними напряжениями с изменением структуры объектов в результате неравномерных нагрузок на критичные элементы

инфраструктуры и подвижного состава (возникновение и развитие трещин на поверхности катания, в головке, шейке или подошве рельсов до состояния, угрожающего безопасности движения поездов).

Для медленных процессов спидинговый таймер воспроизводит модельные события в ускоренном ритме времени с формированием динамики таймлапса. Кроме того, важно отметить, что спидинговый таймер запускается для исполненных процессов, сохраненных в памяти информационной среды. Поэтому первоначально должен быть получен материал моделируемых процессов с нормальной скоростью выполнения операций, определяемых физическими законами или технологическими требованиями.

Таким образом, все реконструктивные процессы разделяются на *прототипированные*, восстанавливающие исходные ситуативные образы реальных станций с нормальной скоростью изменения событий, и *таймлапсные* – с нарушенным ритмом времени по сравнению с наблюдаемыми процессами оригинала. Спидинговым таймером обеспечиваются только таймлапсные модельные реконструкции. Применение к прототипированным процессам временного вариатора позволяет создавать *ретушные модели*, отличающиеся от соответствующих адекватных компьютерных реконструкций иной скоростью выполнения операций, наблюдаемых в реальной действительности на функционирующей станции.

**Автономный таймер** применяется в презентационной визуализации процессов, когда возникает необходимость демонстрации сложной технологической цепи ряда процессов, акцентируя внимание на конкретных позициях или достигаемых состояниях объектов. В этих случаях на отдельных временных промежутках выполнения некоторых операций могут ускоряться, другие, наоборот, замедляться. Такая картина иллюстрируется как целостная компьютерная анимация, в которой отдельные важные моменты будут фиксироваться с полной остановкой процессов на некоторое время, достаточное для наглядного их восприятия. Другие процессы могут исключаться из динамики развертывания технологической цепи как малозначимые и способные рассеивать внимание зрителя при их полном представлении.

Таким образом, изохронные, спидинговые и автономные таймеры способны эффективно визуализировать динамические станционные процессы, позволяя формировать требуемый визуальный эффект при моделировании в трехмерном представлении объектов и технологических операций для различных учебных, научных и практических целей.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Головнич Александр Константинович, г. Гомель, УО «Белорусского государственного университета транспорта», начальник испытательного центра железнодорожного транспорта БелГУТа, д-р техн. наук, доцент, icbelgut@gmail.com.