

УДК 519.876.5

## **Предварительные результаты разработки программного комплекса для имитационного моделирования систем синхронизации шкалы времени в сетях связи общего пользования**

Лоховин Владимир Александрович

v.lohovin@russian.space

SPIN-код: 4184-3079

АО «ЦЭНКИ», Москва, Россия

**Аннотация.** Представлен программный комплекс для имитационного моделирования систем синхронизации шкалы времени, предоставляющий средства для оценки параметров шкалы времени на основе информации о результатах моделирования системы, проведенного с использованием карт состояний. В качестве потенциальных направлений применения указаны проектирование и образовательные программы. Сделаны выводы о необходимости расширения функционала программного комплекса и создания пользовательского интерфейса.

**Ключевые слова:** сети связи, синхронизация шкалы времени, частотно-временное обеспечение, имитационное моделирование, программное обеспечение

**Введение.** Современные системы синхронизации развиваются в направлении повышения отказоустойчивости, в том числе путем снижения зависимости от сигналов спутниковых навигационных систем, и развития технологий передачи информации о шкале времени и частоте в пакетных сетях связи [1–3]. Одна из задач, направленных на достижение этой цели, лежит в области имитационного моделирования современных систем синхронизации.

**Методы и материалы; результаты.** В работе [4] представлена имитационная модель линии передачи информации о референсной шкале времени, построенная на основе карт состояний. В модели описание линии сводится к трем выходным параметрам — линия исправна и передает точные сигналы, линия исправна и передает неточные сигналы и линия неисправна. Формирование выходных метрик ведется на основе отработки различных сценариев поведения компонентов имитационной модели (модель спутниковой навигационной системы, модель ведущих часов, модель локальной вычислительной сети) и имитации их взаимодействия.

Следующим шагом в развитии модели стало расширение в сторону одновременной оценки, наряду с оценкой работоспособности, параметров шкалы времени. Для этого в дополнение к имеющейся модели был разработан специальный программный комплекс. В качестве входных данных используется лог-файл, формируемый при моделировании состояний, содержащий информацию о текущем состоянии компонентов, времени входа и времени выхода из состояния. На основе этой информации, а также параметров, необходимых для имитации работы ведущих часов (тип и характеристики генератора ча-

стоты, устойчивость приема сигналов ГНСС и др.), формируется выходной сигнал.

**Заключение.** Дальнейшее развитие модели и программного комплекса в целом ведется с прицелом на использование при конфигурировании распределенных систем единого и точного времени в качестве системы поддержки принятия решений и средства для расчета бюджета ошибки синхронизации ведомых часов в пакетных сетях связи [5]. Кроме того, при наличии развитого пользовательского интерфейса возможно использование программного комплекса в целях обучения.

### Список источников

- [1] Медведев С.Ю., Мишагин К.Г., Рыжков А.В., Сахаров Б.А., Шварц М.Л. Формирование шкалы времени в когерентной сети связи общего пользования. *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*, 2023, т. 17, № 12, с. 29–35.  
<https://doi.org/10.36724/2072-8735-2023-17-12-29-35>
- [2] Лоховин В.А., Шварц М.Л., Рыжков А.В. Перспективные направления развития систем связи и синхронизации сложных инфраструктурных объектов. *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*, 2024, т. 18, № 11, с. 30–37.
- [3] Вексельман М.И. Безопасность систем синхронизации на основе ГНСС. Мониторинг качества навигационных систем. *Радионавигация и время: труды СЗРЦ Концерна ВКО «Алмаз-Антей»*, 2022, т. 18, № 10, с. 21–28.
- [4] Lokhovin V.A., Schwartz M.L. Simulation modeling of reference time scale transmission line 2025 systems of signal synchronization. *Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO)*, Vienna, IEEE, 2025, pp. 1–6.  
<https://doi.org/10.1109/SYNCHROINFO65403.2025.11079389>
- [5] Шварц М.Л., Богданов Е.А., Рыжков А.В., Аладин В.М. Особенности построения систем единого и точного времени в сетях связи электроэнергетики. *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*, 2024, т. 18, № 12, с. 27–33,  
<https://doi.org/10.36724/2072-8735-2024-18-12-27-33>