

**Воронина Екатерина Викторовна,**  
аспирант, Иркутский государственный университет путей сообщения,  
e-mail: eka7erina.voronina@yandex.ru

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СИСТЕМ ТЯГОВОГО  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ФОРМ КРИВЫХ ТОКОВ,  
НАПРЯЖЕНИЙ И МГНОВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ**

Voronina E.V.

**MODELING OF NON-SINUSOIDAL MODES OF TRACTION POWER SUPPLY  
SYSTEMS WITH DETERMINATION OF FORMS OF CURRENTS, VOLTAGES AND  
INSTANT POWERS**

**Аннотация.** Представлены результаты моделирования несинусоидальных режимов тяговых сетей. Получены формы кривых токов, напряжений и мощностей на токоприемниках электроподвижного состава.

**Ключевые слова:** тяговые сети 25 кВ, несинусоидальные режимы, формы кривых токов, напряжений и мгновенных мощностей, моделирование.

**Abstract.** The results of modeling non-sinusoidal modes of traction networks are presented. The forms of curves of currents, voltages and powers on current collectors of electric rolling stock are obtained.

**Keywords:** traction networks 25 kV, non-sinusoidal modes, waveforms of currents, voltages and instantaneous powers, modeling.

В системах тягового электроснабжения (СТЭ) железных дорог переменного тока наблюдаются значительные гармонические искажения, причиной которых являются нелинейные вольтамперные характеристики выпрямителей электровозов. Наличие высших гармоник (ВГ) в тяговых сетях приводит к негативным последствиям [1], поэтому проведение анализа несинусоидальных режимов в СТЭ имеет несомненную актуальность. Моделирование выполнено в программном комплексе Fazonord [2]. Результаты моделирования, выполненного применительно к схеме СТЭ, включающей четыре тяговых подстанции и три межподстанционные зоны тяговой сети 25 кВ, проиллюстрированы в виде временных зависимостей токов, напряжений и мощностей на рисунках 1 и 2. Моделировалось движение трех тяжеловесных поездов массой 12000 т. Межпоездной интервал был принят равным 41 минуте. Внешнее электроснабжение осуществлялось по линиям электропередачи 110 кВ, получающих питание от двух узловых подстанций электроэнергетической системы. При определении режимов учитывались нечетные гармоники с третьей по тридцать девятую включительно. Однако на рисунках для наглядности показаны кривые, отвечающие гармоникам 3, 5, и 7, имеющим наибольшие амплитуды. Кроме того, на этих рисунках показаны временные зависимости токов, напряжений и мощностей, полученные с учетом всех рассматриваемых гармоник. Представленные на рисунках кривые рассчитывались для токоприемника первого электровоза.

Формы кривых были получены для момента времени моделирования, равного 90 мин, при котором анализируемый участок был полностью заполнен поездами.

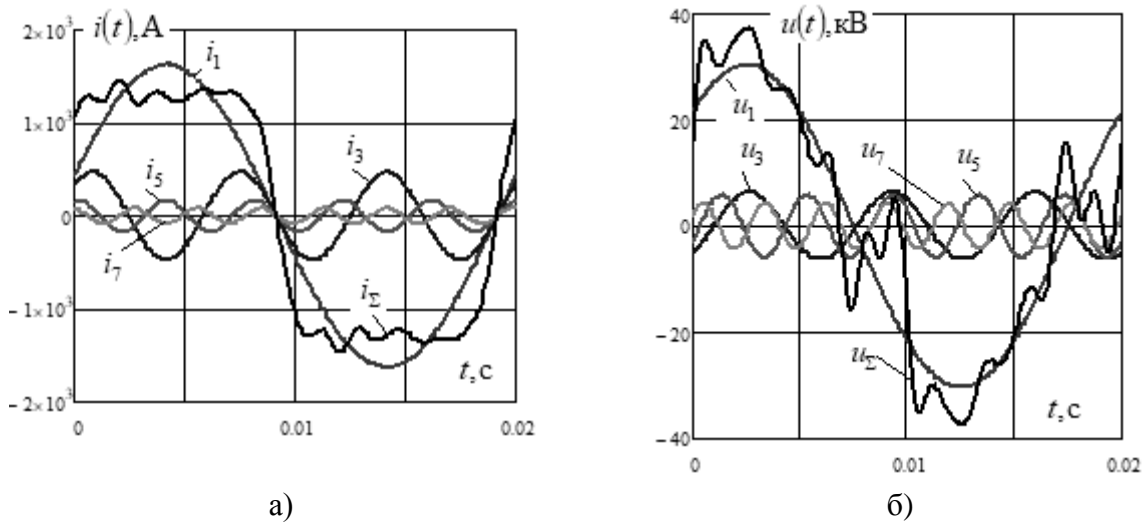


Рисунок 1 – Кривые токов (а) и напряжений (б) на токоприемнике электровоза: нижний цифровой индекс в обозначениях величин соответствует номеру гармоники; индекс  $\Sigma$  отвечает кривой, полученной с учетом всех рассматриваемых гармоник

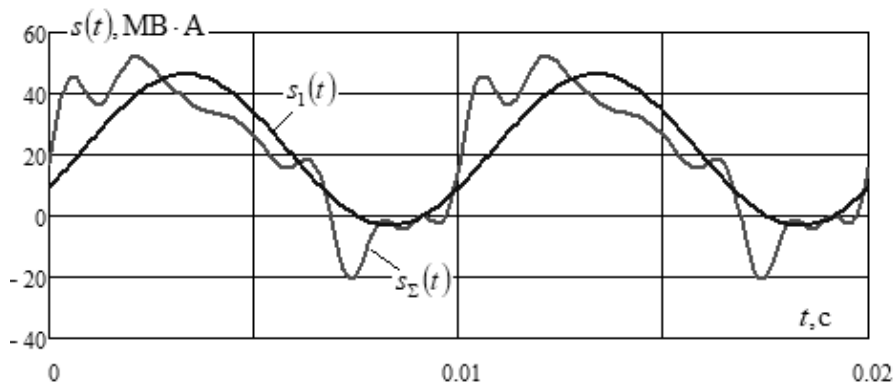


Рисунок 2 – Кривые мгновенных мощностей на основной частоте  $s_1(t)$  и с учетом высших гармоник  $s_\Sigma(t)$

Заключение. На основе визуализации форм кривых токов, напряжений и мощностей, полученных на основе моделирования несинусоидальных режимов СТЭ, можно выполнять предварительный выбор структуры устройств, позволяющих снижать гармонические искажения в системах электроснабжения железных дорог.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Жежеленко И.В.** Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. М.: Энергоатомиздат, 2000. 331 с.
2. **Закарюкин В.П., Крюков А.В.** Сложнонесимметричные режимы электрических систем. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2005. 273 с.