

- показание счетчиков электроэнергии, установленных непосредственно на моторных секциях. Данные снимались на поездах разной составности в различных направлениях Белорусской ж. д.;
- показание счетчиков электроэнергии, установленных на тяговых подстанциях по пути движения электропоездов;
- результаты электрических и тяговых расчетов, полученных с помощью программ для ПЭВМ;
- данные с книги неплановых ремонтов мотор-вагонного ЭПС за четыре года;
- обработанные данные с программы «Регистратор режимов движения и автоведения поезда».

Как показали исследования, эксплуатация электропоездов с пятью моторными вагонами в составе в условиях Беларуси не всегда рациональна. Расчеты и эксперименты, проведенные авторами, показали, что в составах с отключенными моторными вагонами значительно снижается расход электроэнергии.

Одним из важнейших вопросов, возникающим после изменения составности электропоезда, является вопрос о перераспределении нагрузки от отключенного моторного вагона или замены его прицепным на оставшиеся моторные вагоны в составе.

Для определения нагрузки необходимо пересчитать основное удельное сопротивление движению для электропоезда в зависимости от количества отключенных моторных вагонов и составить математическую модель. Математическая модель была составлена на основе второго и третьего законов Ньютона. Расчеты показали, что силы в составе распределяются пропорционально массе вагонов. Результаты расчета и экспериментальные данные позволили сделать вывод, что основная нагрузка приходится на моторные вагоны, находящиеся в середине состава, т. е. третий и четвертый (при существующем формировании состава из пяти секций). При замене одного из моторного вагона на прицепной распределение нагрузки происходит более равномерно по всем оставшимся моторным вагонам и не приводит к их перегрузке. Более рациональной схемой формирования состава явилась схема с заменой третьего моторного вагона на прицепной.

Так, при замене моторного вагона прицепным уменьшение расхода электроэнергии может достигать 5 %, при замене двух – 7 %, при отключении одного моторного вагона расход электроэнергии уменьшается в среднем на 2 %. При этом отключение моторных вагонов позволяет уменьшить потери в электрооборудовании и электрических машинах, связанные с их КПД.

Из приведенных выше результатов работы видно, что значительную экономию электроэнергии можно достичь при изменении схемы питания и замены отключенного моторного вагона на прицепной.

УДК 656.132.6:629.113.62

## МОДЕЛЬ РАБОТЫ УЧАСТКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

*В. С. МОГИЛА, Н. П. ВОЛКОВ, В. А. ИВЛЕВ, Т. В. ИВЛЕВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта*

Участок электроснабжения городского электрического транспорта (ГЭТ) представляет сложную систему, включающую в себя тяговые подстанции (ТП), контактную сеть (КС), питающие фидеры и электрический подвижной состав (ЭПС). Нагрузка ТП характеризуется большой скоростью изменения токов во времени, наличием гармонических составляющих в питающих фидерах и зависит в значительной степени от числа единиц ЭПС в зоне питания ТП, их параметров и наполняемости. Все эти величины зависят от многих факторов и являются случайными величинами. Поэтому расчет системы электроснабжения представляет собой стохастическую задачу. Любые обследования ГЭТ весьма трудоемки, не всегда осуществимы и не могут носить массового характера из-за значительных материальных затрат. В связи с этим более приемлемым вариантом исследования является имитационное моделирование.

На кафедре «Электроподвижной состав» создана имитационная модель участка электроснабжения ГЭТ. Эта имитационная модель состоит из блоков: «тяговые расчеты», «графики движения», «электроснабжение» и «моделирование».

Исходными данными для блока «тяговые расчеты» (рисунок 1) являются: параметры подвижного состава, движущегося по участку (тип, масса с учетом наполнения салона, тяговые и скоростные характеристики и т. д.); профиль участка; ограничения скорости движения по участку; количество, время и расположение остановочных пунктов. Блок тяговых расчетов оптимизирован по критерию минимального потребления электроэнергии при движении по участку. Выходными параметрами этого блока являются кривые тока, времени и скорости в зависимости от пути для прямого и обратного направлений.

Исходными данными для блока «графики движения» (рисунок 2) являются случайный или детерминированный графики движения, а выходными параметрами – интервалы попутного следования для всех подвижных единиц, движущихся как в прямом, так и обратном направлениях.

Исходными данными для блока «электроснабжение» (рисунок 3) являются параметры тяговых подстанций, типы контактной подвески, расположение секционного изолятора на межподстанционной зоне. С использованием этих исходных данных производится электрические расчеты мгновенных схем системы тягового электроснабжения.

Входными параметрами блока «моделирование» являются результаты тяговых и электрических расчетов, а также параметры моделирования (время моделирования, стартовое число для запуска подвижных единиц по вероятностному графику). В этом блоке по графику движения выпускаются подвижные единицы на фидерную зону, производится расчет мгновенных схем через некоторый промежуток времени (шаг моделирования). Мгновенные схемы рассчитываются методом узловых потенциалов. Точность расчета зависит в основном от точности задания исходных данных, а также от шага моделирования.

Выходными параметрами модели являются:

- график изменения токов тяговых подстанций (графики нагрузки);
- гистограммы функции и плотности распределения тока тяговых подстанций;
- среднее, минимальное, максимальное и эффективное значения токов тяговых подстанций;
- активный и реактивный расходы энергии тяговыми подстанциями;
- средняя активная и реактивная мощности тяговых подстанций;
- потребление энергии ЭПС;
- потери энергии в тяговой сети;
- среднее, минимальное и максимальное напряжение на ЭПС;
- надежность электроснабжения ЭПС.

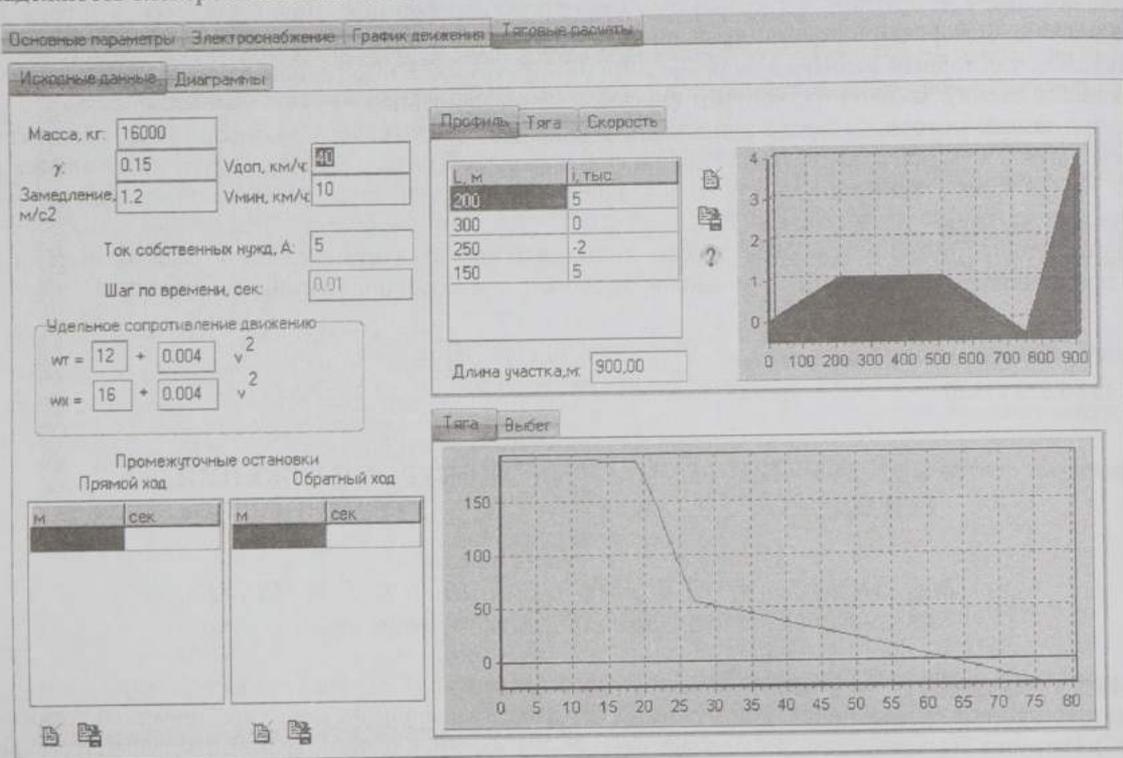


Рисунок 1 – Пример ввода исходных данных в блоке «тяговые расчеты»

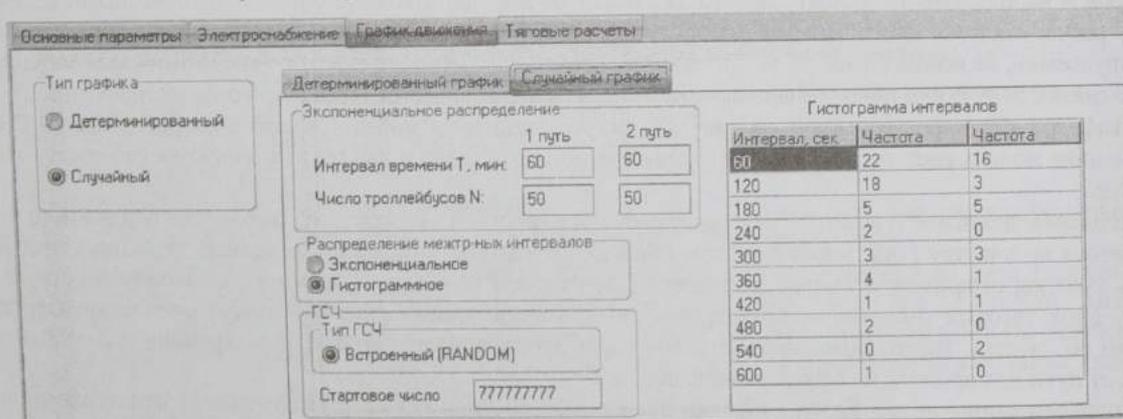


Рисунок 2 – Пример ввода исходных данных в блоке «графики движения»

Основные параметры	Электроснабжение	График движения	Тяговые расчеты
Длина шага, м: <input type="text" value="25"/> Перемычка <input type="checkbox"/> Установка перемычки Расстояние, м: <input type="text" value="750"/>	Тяговая подстанция 1 U, В <input type="text" value="600"/> Rтп <input type="text" value="0.01"/> Ом Тяговая подстанция 2 <input checked="" type="checkbox"/> Включена U, В <input type="text" value="600"/> Rтп <input type="text" value="0.01"/> Ом		Контактная подвеска <input type="checkbox"/> Цепная подвеска Несущий трос <input checked="" type="radio"/> АС-120 <input type="radio"/> АС-150 <input type="radio"/> АС-185 <input type="radio"/> АСУ-120 <input type="radio"/> АСУ-150 <input type="radio"/> АСУ-185
			Контактный провод <input type="radio"/> МФ-65 <input checked="" type="radio"/> МФ-85 <input type="radio"/> МФ-100 <input type="radio"/> МФ-120 <input type="radio"/> МФ-150 <input type="radio"/> БрФ-85 <input type="radio"/> БрФ-100 <input type="radio"/> ПКСА-80/180

Рисунок 3 – Пример ввода исходных данных в блоке «электроснабжение»

Разработанная модель участка электроснабжения ГЭТ может использоваться как при проектировании практически любых новых участков, так и при проведении проверочных расчетов СТЭ существующих участков. Кроме этого, с помощью данной модели может быть произведена оптимизация СТЭ по любому из критериев. При использовании данной модели можно значительно ускорить исследования, связанные с проектированием, оптимизацией и проверкой систем тягового электроснабжения ГЭТ.

УДК 621.3

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ В ОСМОТРОВЫХ КАНАВАХ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО

*В. С. МОГИЛА, И. С. ЕВДАСЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта*

*В. П. ОКУЛОВИЧ*

*Белорусская железная дорога*

Значительная часть работ по ремонту и техническому обслуживанию оборудования подвижного состава, находящегося под кузовами вагонов и локомотивов, проводится на осмотровых канавах локомотивных депо, рабочие поверхности которых должны быть освещены в соответствии с действующими санитарными нормами. К таким поверхностям относятся:

- поверхности ходовых частей (Vb разряд зрительной работы);
- пол канавы (VI разряд зрительной работы).

В настоящее время не разработаны отраслевые нормы искусственного освещения помещений промышленных, административных и бытовых зданий Белорусской ж. д. Поэтому возникают сложности с определением норм освещенности, например, для осмотровой канавы. В различных нормативных документах установлены разные нормативные значения освещенности рабочих поверхностей (таблица 1).

При разработке отраслевых нормативных документов освещенность рабочих мест не может быть снижена по отношению к значениям указанным в Строительных нормах Республики Беларусь СНБ 2.04.05-98. Следовательно, нормативы освещенности поверхности ходовых частей подвижного состава должны составлять не менее 200 лк, а пола канавы – 150 лк.

Вариантом соблюдения норм освещенности и требований к снижению энергопотребления в осмотровых канавах является применение светильников со светодиодами. В настоящей статье поставлена задача проверить возможность применения таких светильников, выбрать их тип и марки светодиодов, определить экономическую эффективность их применения.

Результаты компьютерного моделирования световой среды канавы, проведенного в программе DIALux 3.1.5.2, показывают техническую возможность такого освещения. Для освещения осмотровой канавы взамен одного светильника ПСХ с лампой накаливания 40 Вт при напряжении 36 В использованы семь светодиодов мощностью 1,2 Вт каждый (напряжение питания одного диода – 3,4 В постоянного тока). Световой поток светодиода – 100 лм, угол излучения 45 град. Два светодиода расположены в первой части светильника, вверху окна в канаве, пять диодов – внизу окна. При модернизации освещения в канавах потребляемая мощность для светильников одного окна уменьшается на 30,3 Вт (мощность светильника со светодиодами с уче-