

Направление подготовки: 140400 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электрический транспорт

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Дисциплина:

"Электрооборудование и системы управления электроподвижным составом"

**Комаров В.Г. Практическая работа 8 28.05.2026 г.**

## Тема: Расчёт и моделирование тепловых параметров тяговой электрической машины

Предварительно определяем удельную длительную мощность в  $Вт/кг$  тяговой машины из условного цикла движения по формуле

$$P_{\infty} = \frac{3.6 \cdot A \cdot l \cdot m_{\text{с}}}{n \cdot t_{\text{ц}}},$$

где  $A$  — удельная энергия, реализованная транспортным средством в расчётном цикле движения, включая энергию электрического торможения по абсолютному значению,  $Вт \cdot ч / т \cdot км$ ;

$l$  - пробег в цикле, км;

$m_{\text{с}}$  — масса транспортного средства, кг;

$n$  — количество тяговых машин в транспортном средстве;

$t_{\text{ц}}$  - длительность цикла, с.

Предварительно определяем теплоёмкость  $C$  в  $Дж/°С$  тяговой электрической машины по удельной эквивалентной теплоёмкости  $c$  в  $Дж/кг \cdot °С$  машин аналогичного типа по формуле

$$C = c \cdot m,$$

где  $m$  — масса рассчитываемой машины, кг.

Эквивалентная удельная теплоёмкость  $c$  для предварительного расчёта составляет  $420 \text{ Дж/кг} \cdot °С$ .

Задаёмся предварительно КПД длительного режима  $\eta_{\infty} = 0,92$ , а КПД максимального режима  $\eta_m = 0,86$ .

Из паспортных данных определяем мощность потерь в машине в длительном режиме в  $Вт/кг$

$$\Delta P_{\infty} = (1 - \eta_{\infty}) \cdot P_{\infty} .$$

Определяем максимально допустимое превышение температуры для изоляции используемого класса

$$\Theta_{\infty} = T_{\infty} - T_{\text{окр}} ,$$

где  $T_{\infty}$  - абсолютное значение максимально допустимой температуры для используемого класса изоляции (для класса Н  $T_{\infty} = 180^{\circ}\text{C}$ );

$T_{\text{окр}}$  — температура окружающей среды,  $^{\circ}\text{C}$ .

Определяем потребную теплоотдачу машины в  $\text{Вт}/^{\circ}\text{C}$

$$A = \frac{\Delta P_{\infty}}{\Theta_{\infty}} .$$

Рассчитываем постоянную времени нагревания машины в секундах по формуле

$$\tau = \frac{C}{A} .$$

Полученные значения параметров подставляем в обобщённую блок-схему модели нагревания тяговой машины (рис. 1).

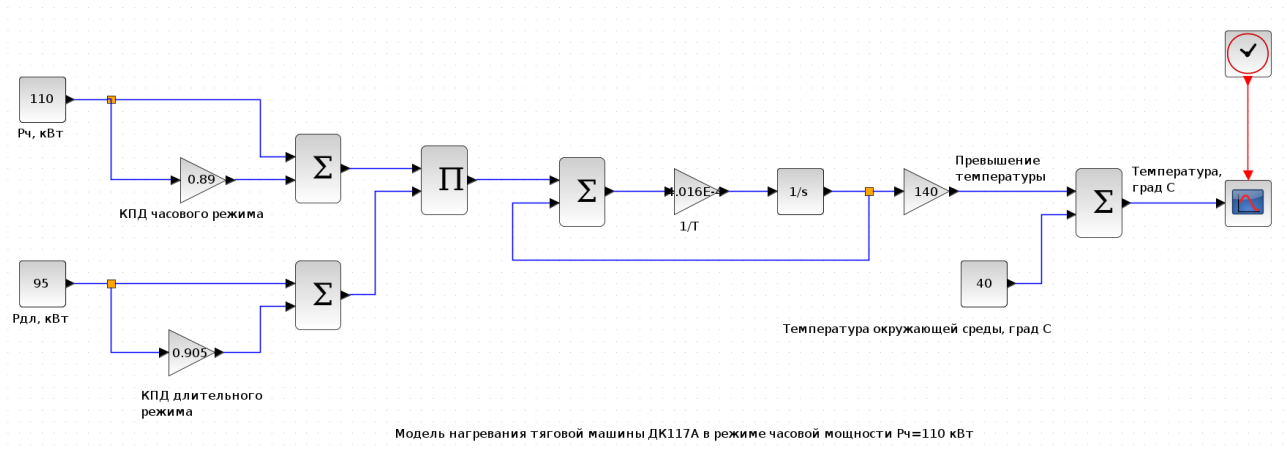


Рис. 1.

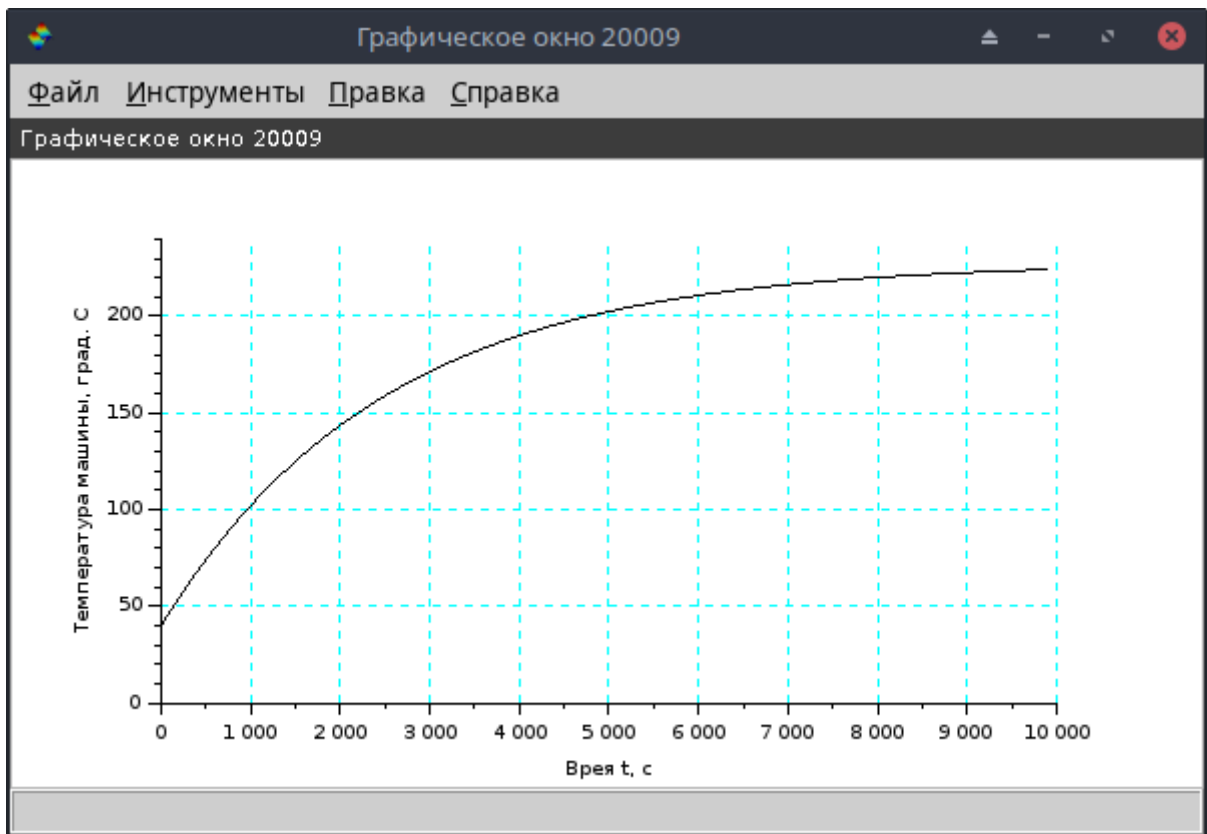


Рис. 2. Результаты моделирования нагревания тяговой машины ДК117А в часовом режиме

## 2. Моделирование нагревания тяговой машины в заданном режиме движения

Блок-схема имитационной модели нагревания тяговой машины при движении транспортного средства приведена на рис. 3.

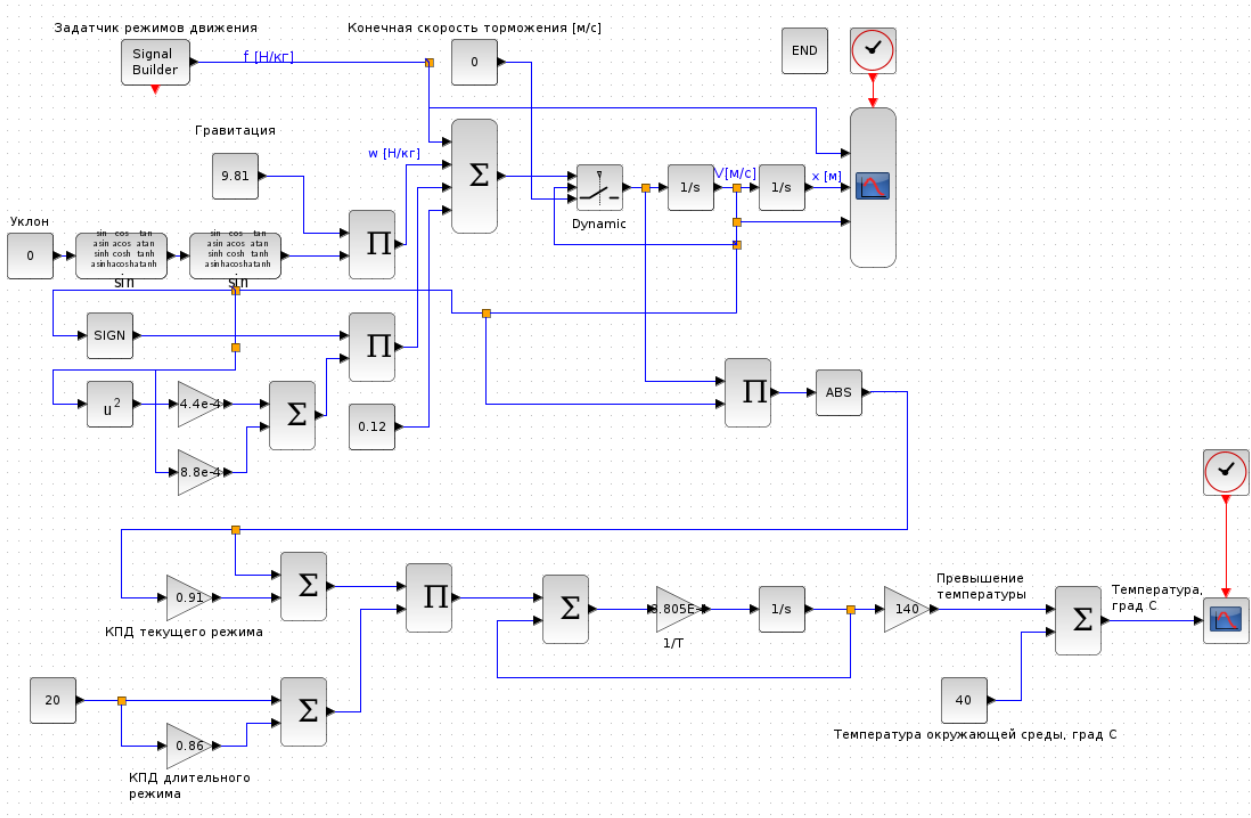


Рис. 3.

Результаты моделирования нагревания в условном цикле движения, установленном в модуле Signal Builder (рис. 4) и показанном на рис. 5, приведены на рис. 6.

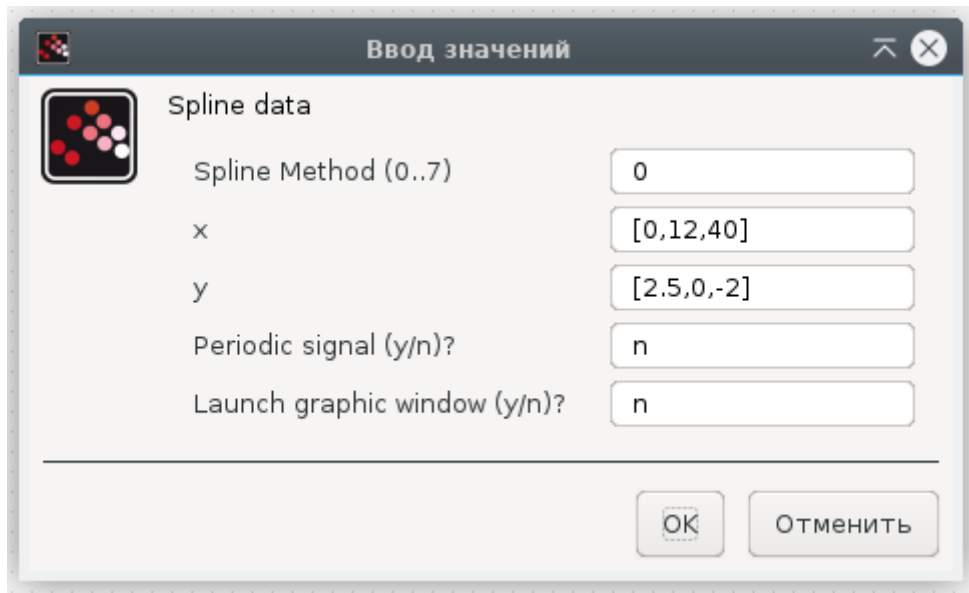


Рис. 4.

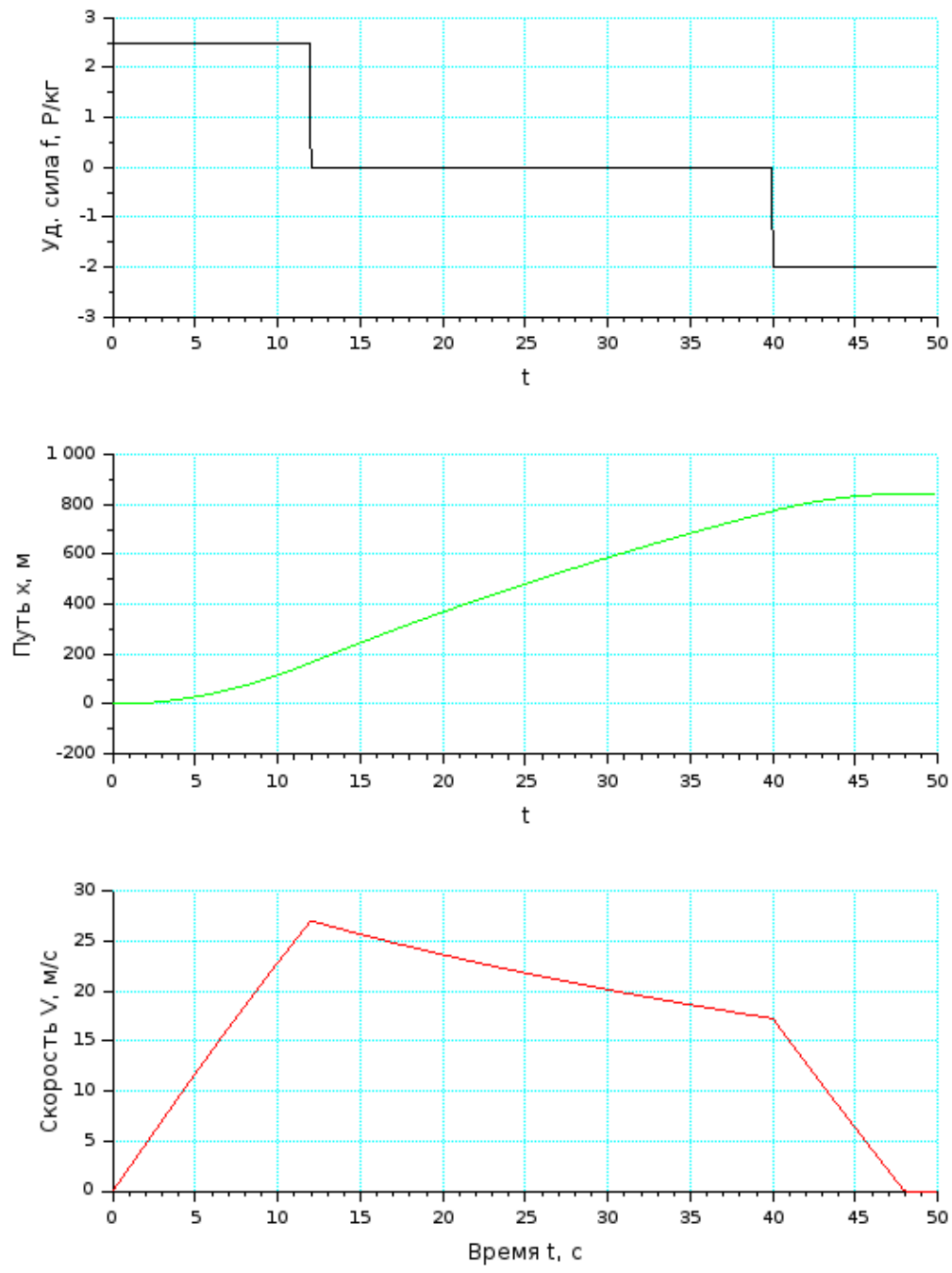


Рис. 5.

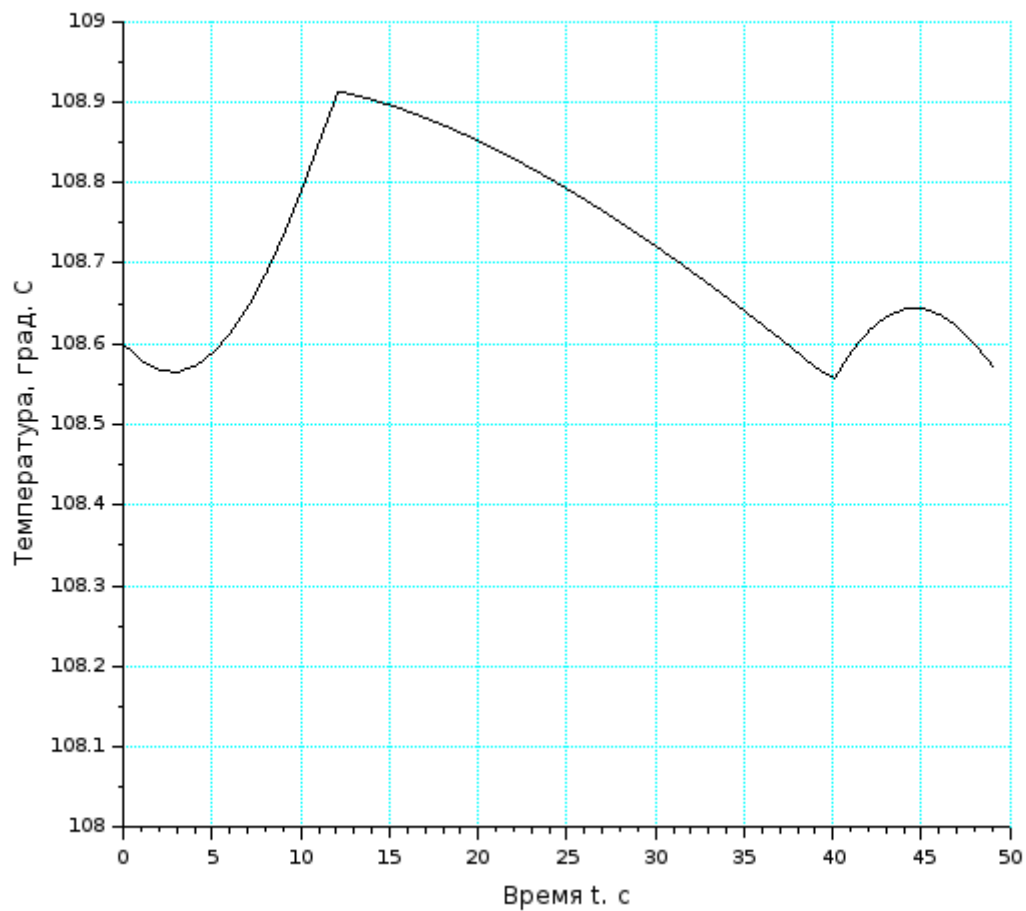


Рис. 6.

В случае перегрева машины в заданном цикле движения необходимо увеличить длительную мощность машины и пересчитать параметры.

### **Выводы**

Установившаяся температура тяговой машины в условном цикле движения не превышает допустимых значений для используемого класса изоляции Н (180 °С), запас по нагреванию составляет  $180 - 108,9 = 71,1$  °С.