

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"  
Электроэнергетический факультет  
Кафедра электро- и теплоэнергетики

# Исследование постоянной времени нагрева проводов с жилами различного сечения

**Исполнители:**

студенты гр. 17ЭЭ(ба)Э – 1

Путинин Я.С.

Косенко А.А.

Кибец А.С.

Темиргалиев Р.Р.

**Руководитель:**

канд. техн. наук, доцент

Шлейников В. Б.

**Консультанты:**

канд. техн. наук, доцент

Чернова А.Д.

канд. техн. наук, доцент

Валиуллин К.Р

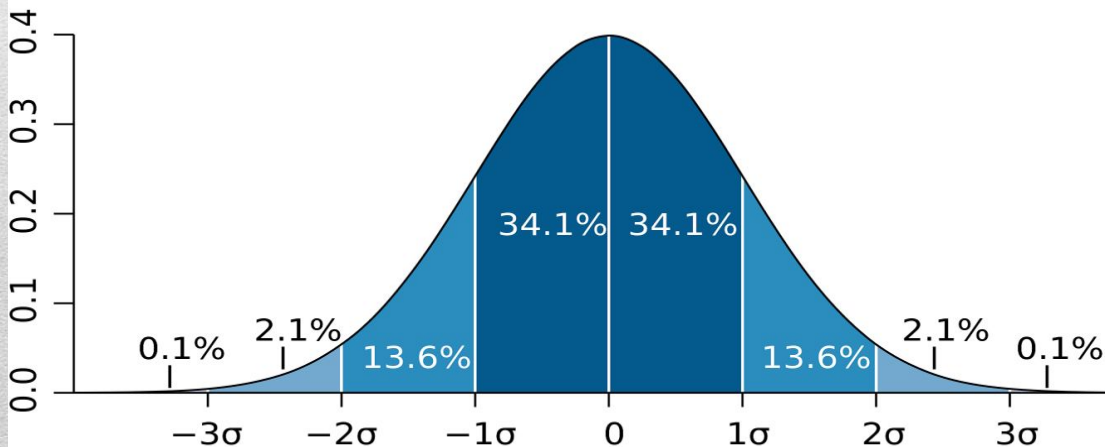
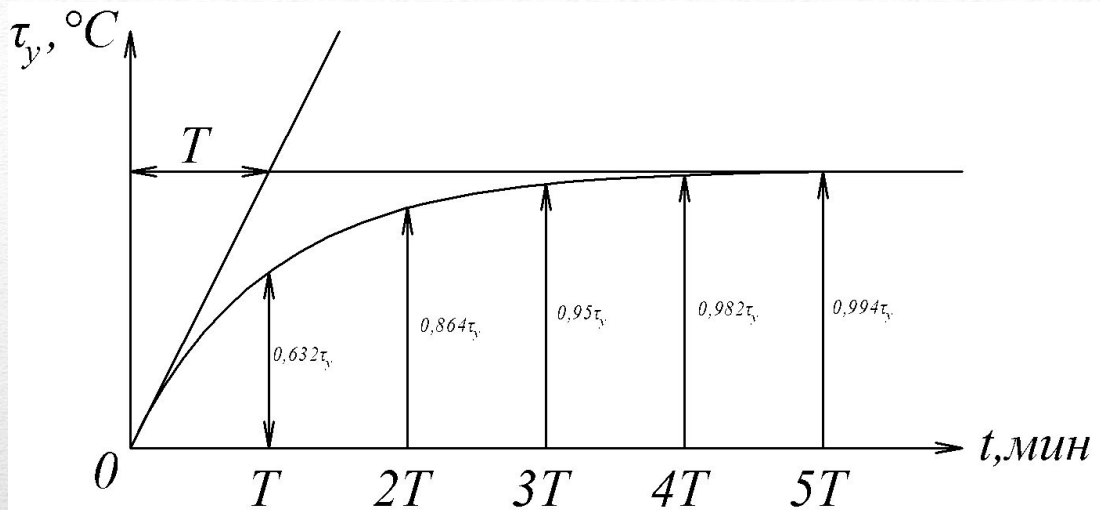
# Цель

- Исследование постоянной времени нагрева проводников

# Задачи

- Краткий обзор различных методик определения постоянной времени нагрева
- Проведение измерений и обработка полученных результатов
- Оценка рациональности принятой постоянной времени нагрева

Постоянная времени нагрева проводника ( $T_0$ ) – время, в течение которого проводник нагревается до установившейся температуры при отсутствии теплоотдачи в окружающую среду.



«Максимальная средняя нагрузка за интервал времени  $3T_0$  принимается равной расчетной нагрузке. Однако, учитывая приближенный характер данного равенства и отсутствие в то время достаточной ясности в этом вопросе, предварительно было принято, с некоторым запасом, для всех случаев  $T = 30$  мин. Эта величина отвечает значению постоянной нагрева проводника  $T_0 = 10$  мин, близкой к минимальной.»

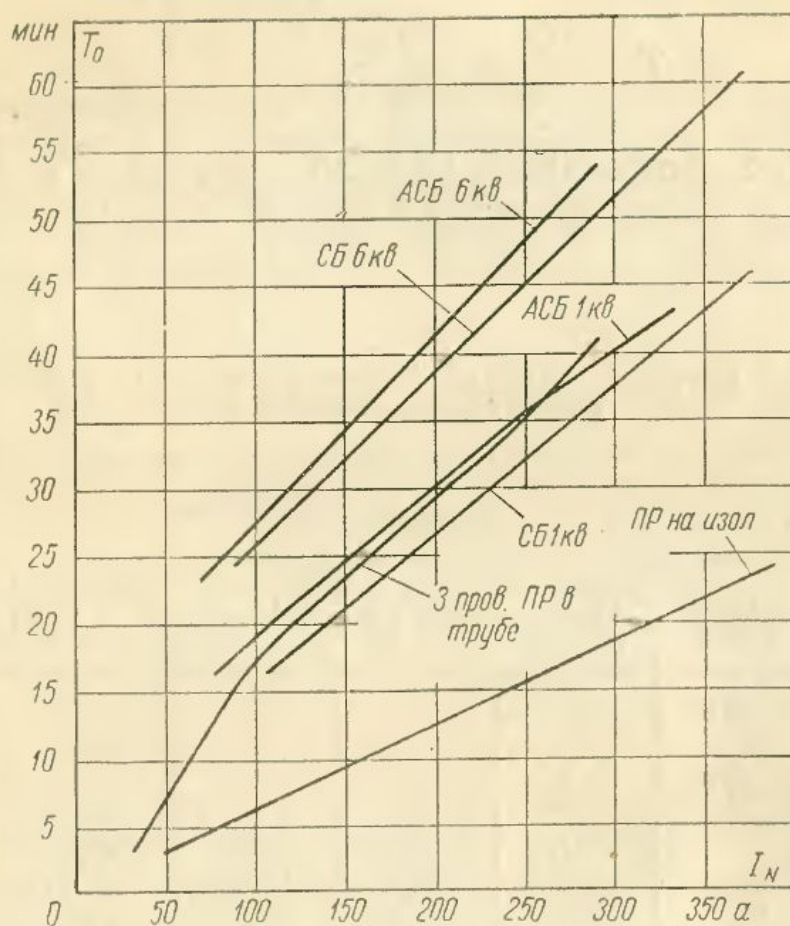


Рис. 2-1. Связь между постоянной времени нагрева  $T_0$  проводов и кабелей и длительно допустимой нагрузкой  $I_N$ .

Selection of thermal circuit

Cable type	Duration of transient	Sub-clause
Single-core cables, all types	$> \frac{1}{3} T.Q$ (and cyclic ratings)	4.2
	600 s (10 min) to $\leq \frac{1}{3} T.Q$	4.3
Pipe-type cables	$> \frac{1}{3} T.Q$ (and cyclic ratings)	4.2
	600 s (10 min) to $\leq \frac{1}{3} T.Q$	4.3
Three-core cables	$> \frac{1}{2} T.Q$ (total cable) (and cyclic ratings)	4.2
	600 s (10 min) to $\leq T.Q$ (one core)*	4.3

Time constant =  $T.Q = 0.526 \times 26\,003 = 13\,677 \text{ s} = 3.80 \text{ h}$

Soil properties

Thermal resistivity = 1.0 K.m/W

Thermal diffusivity =  $0.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Temperature = 10 °C

Material properties

Thermal resistivity of serving = 3.5 K.m/W

Thermal resistivity of oil/paper = 5.0 K.m/W

Conductor properties

A.C. resistance at 85 °C = 12.612  $\mu\Omega/\text{m}$

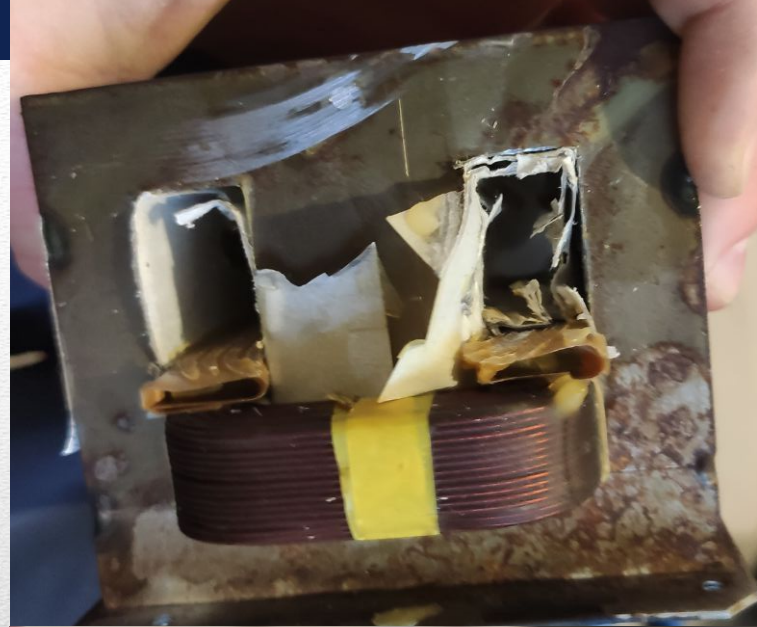
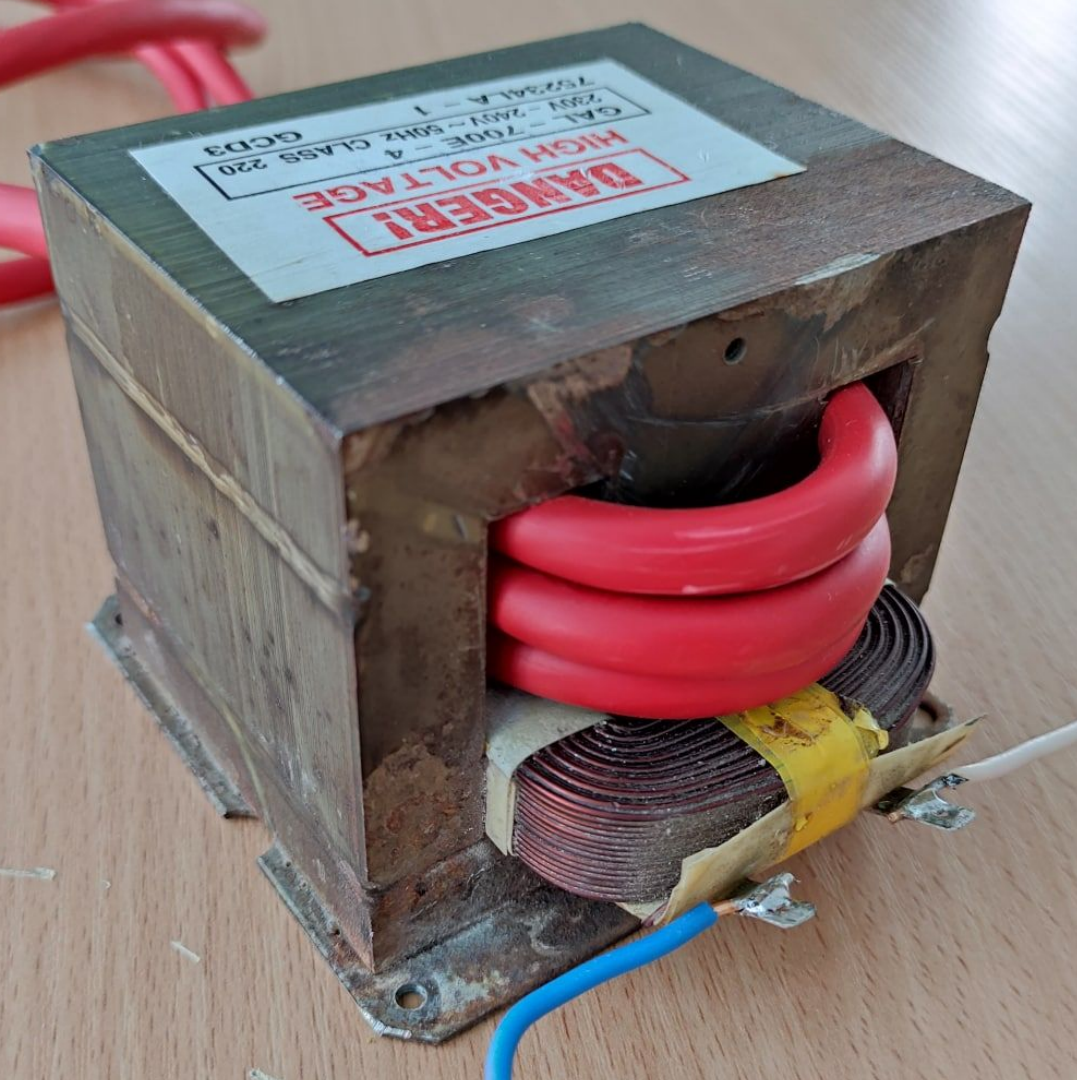
Cable details

Item	Outside diameter (mm)	Thermal resistance (K.m/W)	Thermal capacitance (J/K.m)	Losses (W/m)
<i>Conductor:</i>				
copper	57.5	—	7 038	30.3
oil		—	946	
Conductor screen	59.0	0.021	275	
Dielectric (paper/oil)	105.0	0.459	11 850	13.35
Core screen	106	0.008	331	
Sheath (lead)	114.0	—	2 004	2.1
Serving (PE)	122.0	0.038	3 559	
$\Sigma$		0.526	26 003	45.75

# Требования к установке для определения $T_0$

- 1) Генерация токов в диапазоне от 3 до 200А
- 2) Поддержание указанных токов продолжительное время
- 3) Возможность плавной регулировки тока
- 4) Безопасность

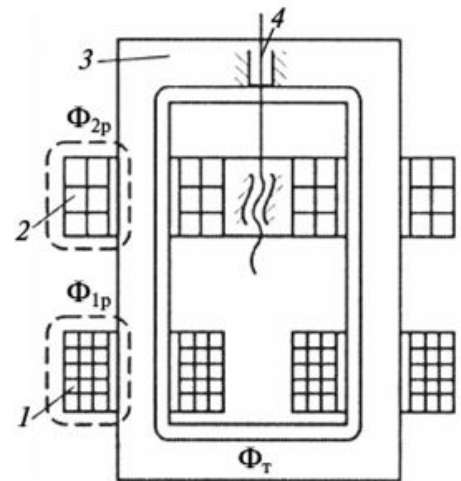




# Изменение индуктивного сопротивления трансформатора

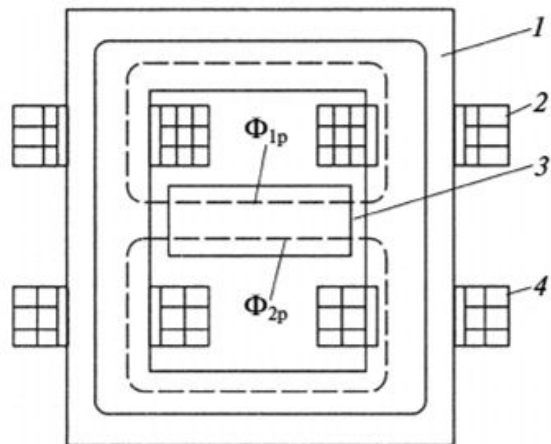
## Трансформатор с подвижными обмотками:

- 1 — цилиндрическая первичная обмотка;
- 2 — цилиндрическая вторичная обмотка;
- 3 — стержневой магнитопровод;
- 4 — винтовой привод



## Трансформатор с подвижным магнитным шунтом:

- 1 — стержневой магнитопровод;
- 2 — неподвижная первичная обмотка;
- 3 — магнитный шунт;
- 4 — неподвижная вторичная обмотка;
- 5 — привод шунта

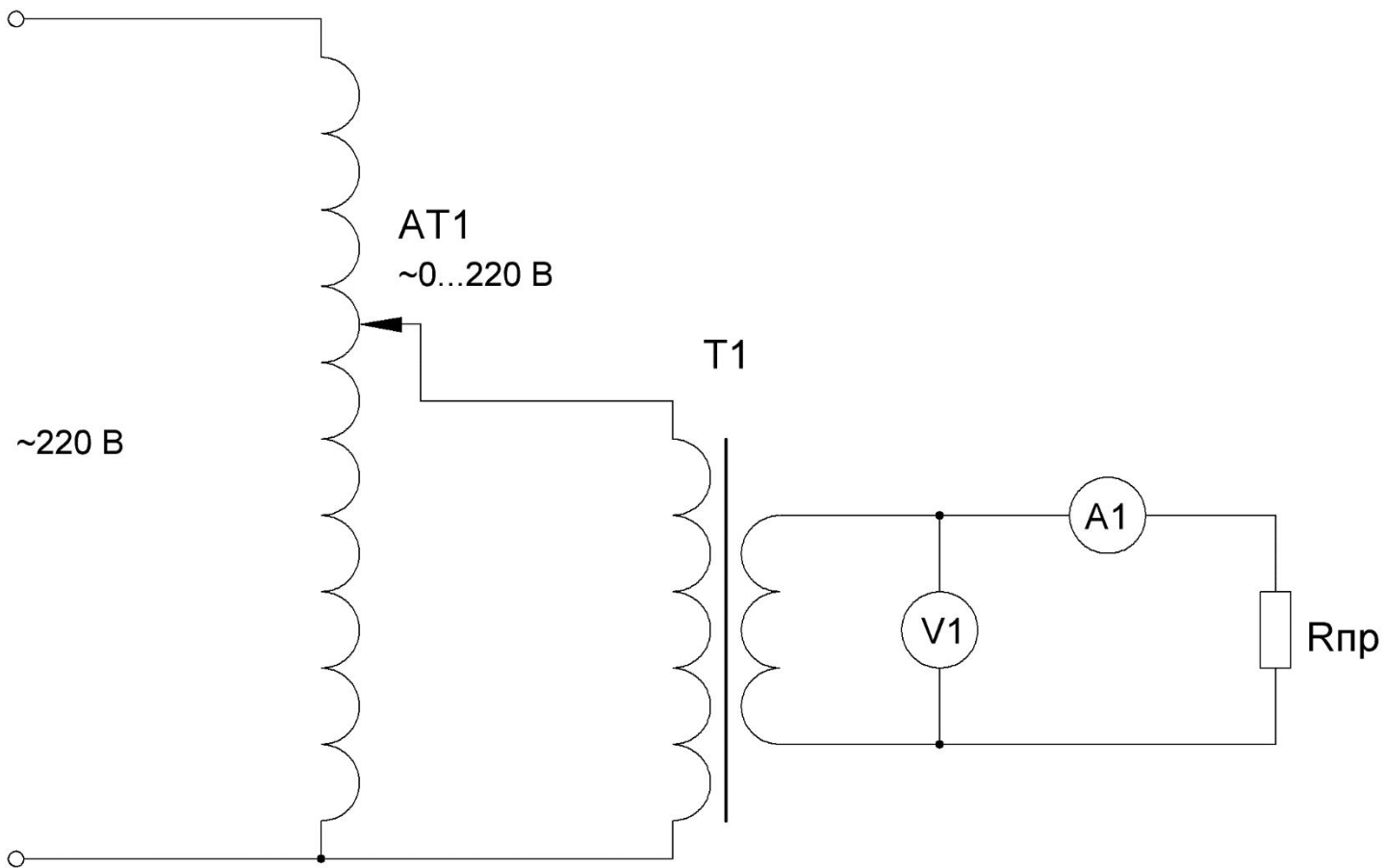








# Схема установки



ПуВ 1,5



ПуВ 2,5



ПуВ 10

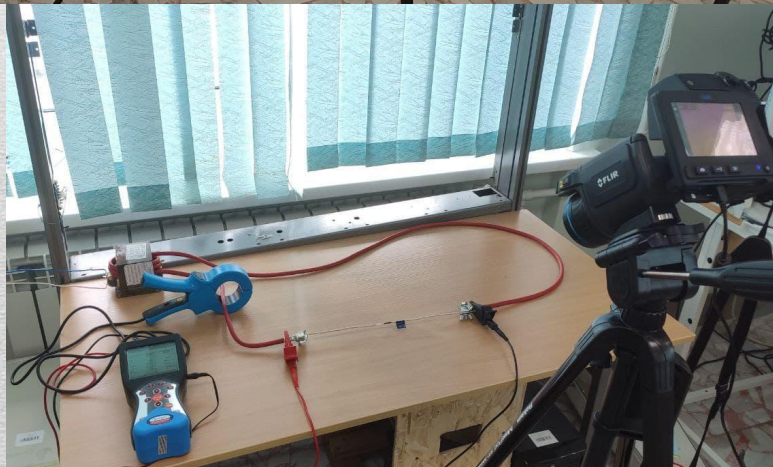


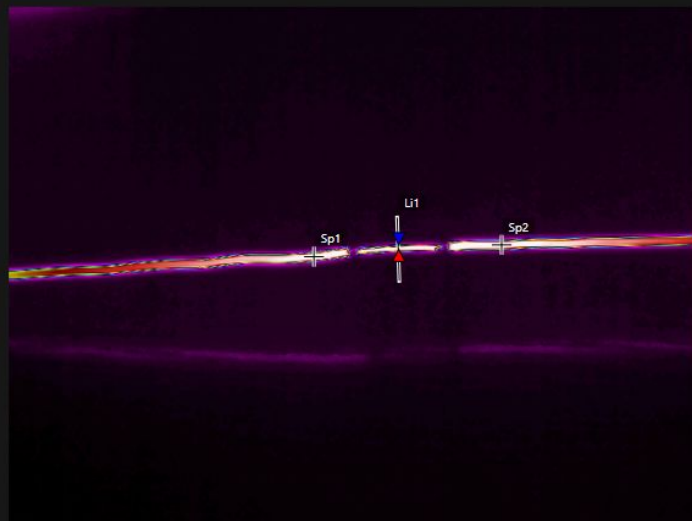
СИП 25



ПуГВ 16

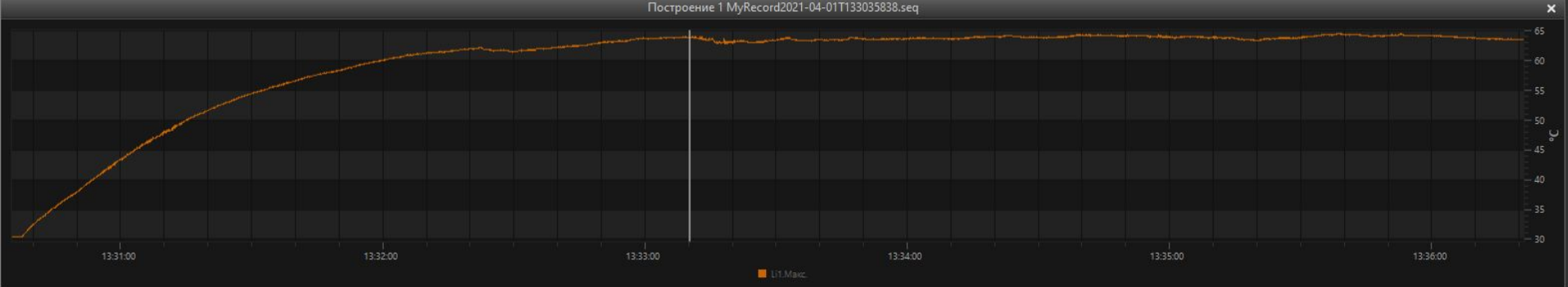


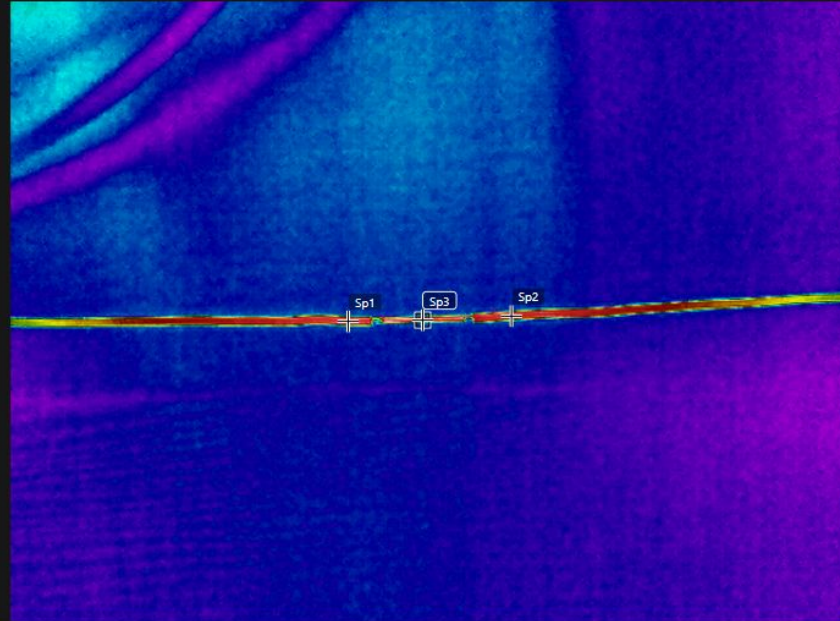




61,8°C

29,9°C





31,9°C

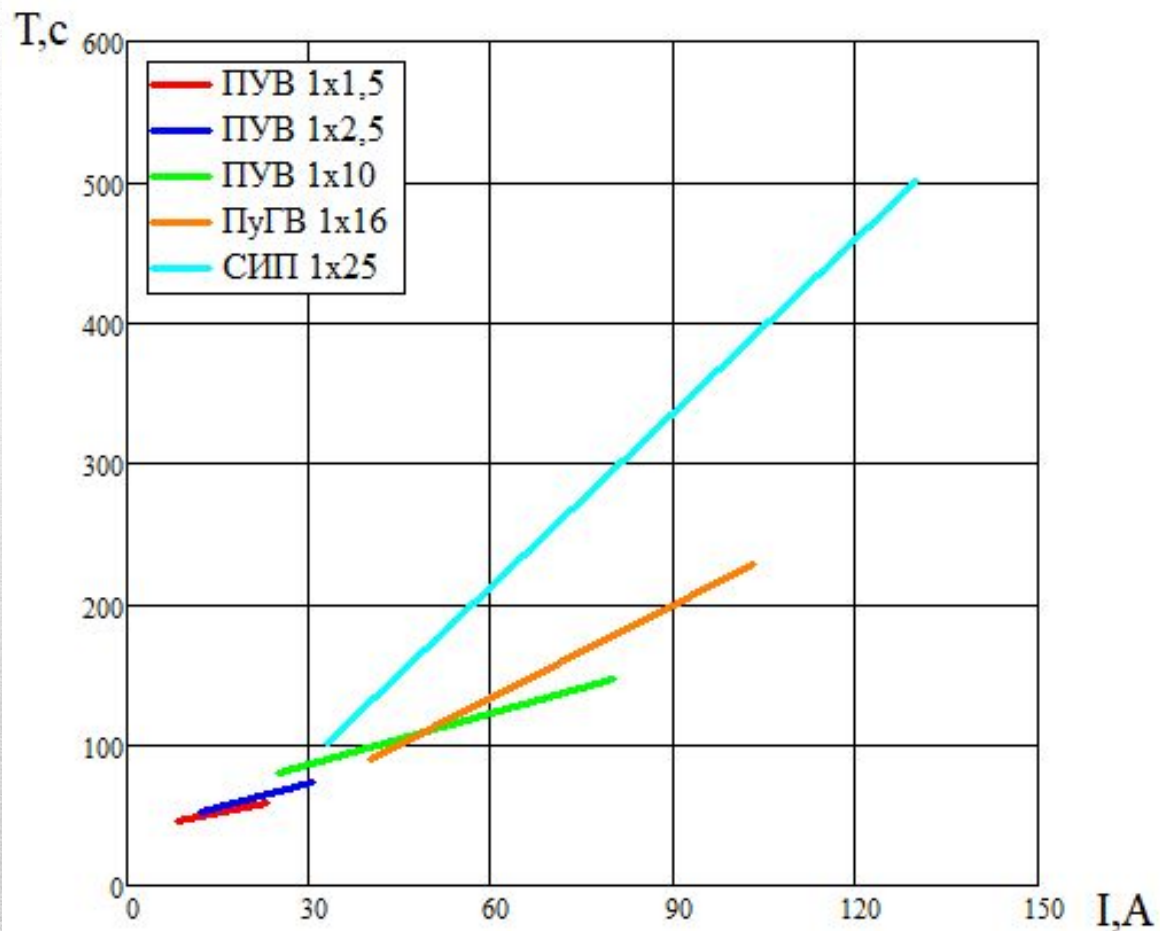
27,8°C

Navigation and playback controls including a camera icon, refresh icon, zoom level (x1), and play/pause buttons. A progress bar shows the current time at 00:03:00:000 out of a total duration of 00:04:42:400. A color calibration bar is visible on the right side of the control panel.

Построение 1 MyRecord2021-04-01T121727979.seq

Автоматический режим







## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Волобринский, С. Д. Электрические нагрузки промышленных предприятий: учебник / С. Д. Волобринский [и др.]. – М.; Л.: Энергия, 1964. - 304 с.
- Лившиц, Д. С. Нагрев проводников и защита предохранителями в электросетях до 1000В: учебник / Д. С. Лившиц [и др.]. – М.: Госэнергоиздат, 1959. - 40 с.
- IEC 60853-2 Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables. – 1989.
- Ермаков, В.Ф. Опытное определение постоянной времени нагрева электрооборудования / В.Ф. Ермаков [и др.]. – Новочеркасск: Новочеркасский политехнический институт, 2012. – 3с.
- Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для студентов высших учебных заведений/ Б.И. Кудрин. - 2-е изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2006. -672 с : ил.
- Байкасенов, Д.К. Лабораторный стенд для экспериментального исследования процесса нагрева проводников / Д.К. Байкасенов, Д.А. Базлов. - Оренбург: Оренбургский Государственный Университет, 2016. - 3 с.
- Путинин, Я.С. Исследование методов измерения температуры изоляции для использования в лабораторном стенде определения износа проводника по величине его нагрева / Я.С. Путинин. - сборник статей Международной научно-практической конференции (17 ноября 2020 г, г. Оренбург). - Уфа: OMEGA SCIENCE, 2020. – 249 с.

**Спасибо за внимание!**