

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

Иванюга М.М., Безик Д.А.

# **ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ**  
Методическое пособие  
для выполнения лабораторной работы для студентов  
направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических  
процессов и производств

Брянская область, 2022

УДК 621.3:681.5 (076)  
ББК 32.85:32.965  
И 19

Иванюга, М. М. Электроника и автоматика мобильной техники: исследование температурных датчиков методическое пособие для выполнения лабораторной работы для студентов направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств / М.М. Иванюга, Д.А. Безик. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - 19 с.

Методическое пособие содержит краткие теоретические сведения по изучаемому материалу и выполнению работы, контрольные вопросы для проверки глубины усвоения материала, необходимые данные по оформлению отчета. Предназначено для использования студентами очной и заочной форм обучения направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Рецензент: д.т.н. профессор кафедры электроэнергетики и электротехнологий Кисель Ю.Е. (ФГБОУ ВО Брянский ГАУ).

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол № 7 от 30 мая 2022 года.

© Брянский ГАУ, 2022  
© Иванюга М.М., 2022  
© Безик Д.А., 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Правила проведения лабораторной работы	4
Общие правила техники безопасности	4
Лабораторная работа 1. Исследование температурных датчиков	6
Теоретические сведения	6
Оборудование и материалы	12
Программа работы	12
Методика выполнения работы	13
Содержание отчета	16
Контрольные вопросы	17
Литература	18

## **Правила проведения лабораторной работы**

1. Студент должен явиться на лабораторные занятия теоретически подготовленным.
2. Перед началом проведения лабораторной работы должен пройти инструктаж по технике безопасности. При нарушении правил безопасности, изменении лабораторного оборудования и др. случаях преподаватель может проверить усвоение правил техники безопасности.
3. Прежде чем приступить к работе, необходимо внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием и измерительными приборами, литературой по теме работы.
4. Приступать к выполнению работы можно только после допуска преподавателя, который проверяет готовность студента к выполнению лабораторной работы.
5. Основные расчеты, построения согласно задания лабораторной работы производятся самостоятельно студентом после окончания выполнения работы и оформляются в форме отчета.
6. По результатам выполнения работы сдается и защищается отчет, оформляемый согласно требованиям стандартов.
7. Графическая часть выполняется карандашом с применением чертежных принадлежностей.
8. Каждый отчет завершается выводами по работе.
9. К выполнению следующей работы допускается студент, успешно сдавший отчет по предыдущей работе.

## **Общие правила техники безопасности**

1. Без разрешения преподавателя лабораторные установки не включать.
2. При обнаружении неисправностей немедленно выключить установку и сообщить преподавателю. Нельзя оставлять включенной неисправную установку.
3. Не допускается загромождать рабочее место посторонними предме-

тами, оборудованием и др. материалами, не относящимися к лабораторной установке.

4. Выполнять лабораторные работы только звеном в составе двух или более человек.

5. Лабораторную установку включать только после проверки и разрешения преподавателя.

6. Все изменения в электрической схеме проводить только при отключенной установке, после проверки на отсутствие напряжения измерительными приборами.

7. Не оставляйте схему под напряжением без наблюдения. По окончании измерений сразу отключайте установку.

8. По окончании выполнения лабораторных работ приведите в порядок рабочее место.

# Лабораторная работа №1

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ

### **Цель работы:**

Изучить устройство и принцип действия терморезистивных и биметаллических датчиков температуры.

Произвести расчет характеристик термоэлектрического датчика

Экспериментально определить температурные характеристики термисторного датчика.

### **Теоретические сведения**

Выделяют несколько видов температурных датчиков для мобильной техники:

*-устройства, измеряющие температуру охлаждающей жидкости.*

Основная функция этих датчиков заключается в измерении температуры. Устанавливаются они на малом круге обращения охлаждающей жидкости, и передают показания непосредственно в электронный блок управления.

*-датчики для контроля температуры входящего воздуха.*

Они монтируются на входном тракте. Эти устройства предназначены для измерения температуры воздуха, который поступает в двигатель.

*-датчики, измеряющие наружную температуру.*

Они измеряют температуру окружающего воздуха.

Классификация температурных датчиков производится по принципу работы и по выполняемым функциям.

*-по принципу работы:* термовыключатели и терморезисторы. Термовыключатели при достижении определённой температуры замыкают или размыкают цепь. Терморезисторы меняют свое сопротивление при изменении температуры постепенно.

*-по выполняемой функции:* датчики включения вентилятора, датчики системы

впрыска, датчики температурные предназначенные для индикации и др. Кроме того, есть еще термовыключатели, которые ставятся на большом круге циркуляции охлаждающей жидкости или с ним рядом. Они могут быть двух видов-на включение вентилятора охлаждения и на включение аварийной индикации.

Температурные датчики-это важнейшая часть системы управления двигателем. Они предназначены для обеспечения работы двигателей и других систем в оптимальном режиме, что уменьшают вредные выбросы и экономит топливо. Работая вместе с другими датчиками, они передают сигналы на электронный блок управления (ЭБУ).

Выход температурных датчиков двигателя из строя можно определить по следующим признакам:

- увеличивается расход топлива;
- перегревается двигатель;
- теряется мощность;
- затрудняется пуск двигателя;
- включается аварийная индикация;
- повышается токсичность выхлопных газов.

#### Датчики на основе терморезисторов.

В мобильной технике для контроля температуры охлаждения в двигателях внутреннего сгорания ДВС используют датчики типа ТМ

В таких датчиках функцию чувствительного элемента и резистивного преобразователя выполняет термистор т.е. резистор, который имеет нелинейно зависящее от температуры сопротивление. Термисторы изготавливаются из соединений кобальта или никеля. Они обладают полупроводниковыми свойствами-при возрастании их температуры увеличивается количество свободных электронов, что приводит к уменьшению удельного сопротивления. Есть и датчики на основе проводников, их сопротивление растёт при увеличении температуры.

Различают два типа термисторов в зависимости от температурного коэффициента:

*-с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС).*

Они часто используются для контроля температуры двигателя. Если температура двигателя внутреннего сгорания (ДВС) минимальная, то максимальным является сопротивление. По мере увеличения температуры охлаждающей жидкости сопротивление датчика уменьшается;

*-с положительным температурным коэффициентом сопротивления.* По мере роста температуры растет и сопротивление.

Большая часть мобильной техники имеет датчики с отрицательным коэффициентом сопротивления.

Отрицательным температурным коэффициентом сопротивления обладают полупроводниковые терморезисторы, диапазон рабочих температур которых находится от  $-60$  до  $+180$  °С. Это отвечает требованиям для датчиков в системах охлаждения ДВС. Полупроводниковые терморезисторы по сравнению с металлическими, имеют примерно на порядок большее значение температурного коэффициента сопротивления, т. е. изменение температуры вызывает более сильное изменение их электрического сопротивления.

Датчики типа ТМ является составной частью логометрического термометра для измерения температуры охлаждающей жидкости.

Система измерения температуры, состоит из двух элементов: сам датчик и блок датчика, который контролирует датчик, соединяясь с ним проводом.

Датчик ТМ 106 состоит из латунного баллона 1 (рисунок 1), внутренняя поверхность которого изолирована втулкой 5. К дну баллона токопроводящей пружиной 3 прижат терморезистор 4, выполненный в виде цилиндра. Торцы цилиндра покрыты тонким слоем серебра, для лучшей проводимости. Второй конец пружины соединяется с зажимом датчика 2.

При работе ДВС выделяется большое количества тепла, охлаждающая жидкость нагревается и соответственно нагревается датчик. Увеличение температуры датчика значительно уменьшает сопротивление терморезистора. При уменьшении сопротивления увеличивается ток, проходящий через измерительные катушки логометрического указателя.



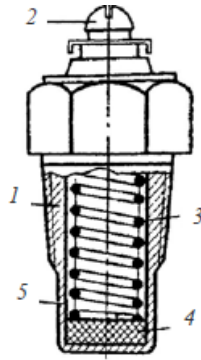


Рисунок 1. Терморезистивный датчик температуры ТМ106: 1-латунный баллон (корпус); 2-зажим; 3-токопроводящая пружина; 4-полупроводниковый терморезистор; 5-втулка.

Зависимость электрического сопротивления датчика ТМ 106 от температуры приведена в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость электрического сопротивления датчика ТМ 106 от температуры

Температура, °С	30	50	90	130
Сопротивление, Ом	1350...1880	585...820	155...196	52...65

Датчик 405.213 рисунок 2 является составным элементом электронной системы автоматического управления двигателем внутреннего сгорания ЭСАУ Д.

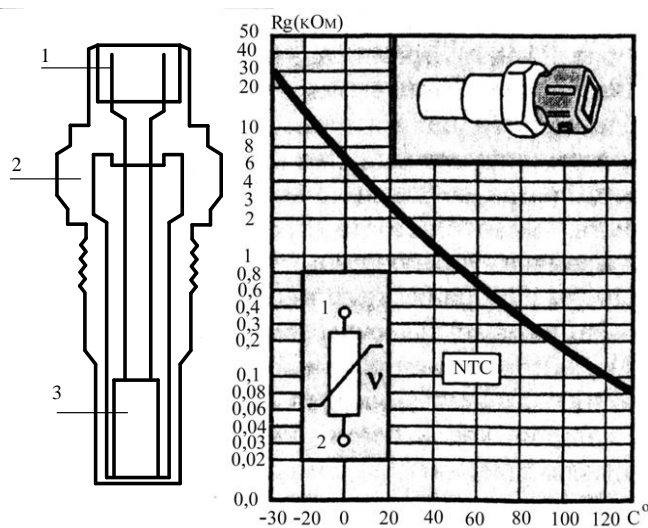


Рисунок 2. Терморезистивный датчик температуры 405.213:1-электрические контакты; 2-теплопроводный корпус; 3-термистор.

Терморезистор 3 помещен в защитный корпус 2. На корпусе имеется коническая резьба для установки в блок двигателя внутреннего сгорания. Для включения датчика в цепь имеются электрические контакты 1. При работе двигателя температура охлаждающей жидкости увеличивается, сопротивление терморезистора датчика уменьшается, это приводит к уменьшению напряжения на его выходных зажимах. В зависимости от значения этого напряжения контроллер ЭСАУ Д подбирает режим работы ДВС:

$t^{\circ} = (-25 \dots +65) \text{ }^{\circ}\text{C}$ -для холодного двигателя;

$t^{\circ} = (+65 \dots +120) \text{ }^{\circ}\text{C}$ -для прогретого двигателя.

При температуре ДВС ниже  $-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  контроллер не дает запускать двигатель.

Температурная зависимость сопротивления терморезистора  $R_T$  достаточно точно описывается формулой:

$$R_T(t^{\circ}) = A e^{B/\theta},$$

где  $\theta$ -абсолютная температура;

$A$ -коэффициент, имеющий размерность сопротивления;

$B$ -коэффициент, имеющий размерность температуры.

Коэффициенты  $A$  и  $B$  можно определить экспериментально, если известны значения сопротивлений термистора  $R_1$  и  $R_2$ , соответствующие значениям температуры  $\theta_1$  и  $\theta_2$ .

Поскольку  $R_1 = A e^{B/\theta_1}$  и  $R_2 = A e^{B/\theta_2}$ , то  $B = \frac{\theta_1 \cdot \theta_2}{\theta_1 - \theta_2} \ln \frac{R_1}{R_2}$

Значение коэффициента  $A$  можно получить из выражения  $R_1 = A e^{B/\theta_1}$ :

$$A = R_1 e^{-B/\theta_1}.$$

Температурный коэффициент термистора отрицателен и уменьшается обратно пропорционально квадрату абсолютной температуры:

$$\alpha = \frac{B}{\theta^2}$$

## Биметаллические датчики температуры

Датчик ТМ 108 (см. рисунок 3) используется в качестве сигнализатора или выключателя, температуры включения и отключения электрического вентилятора охлаждения радиатора двигателя. Основой датчика служит биметаллическая пластина, выполненная из двух слоев металлов с разными значениями температурного коэффициента линейного расширения.

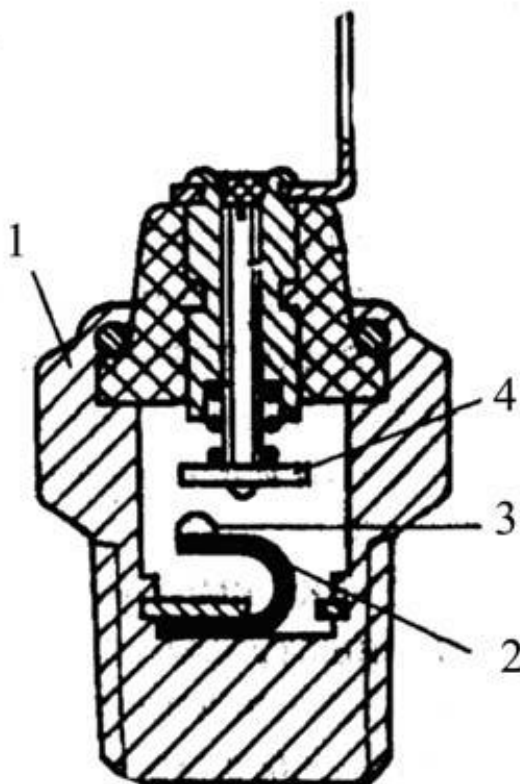


Рисунок 3. Конструкция датчика ТМ108: 1-корпус; 2-термобиметаллическая пластина; 3-подвижный контакт; 4-неподвижный контакт.

Если температура окружающей среды увеличивается, биметаллическая пластина меняет свою кривизну. При достижении определенной температуры соединяются контакты 3 и 4, замыкая тем самым электрическую цепь, при этом подается сигнал для включения питания вентилятора.

Основные характеристики датчиков ТМ108 приведены в таблице 2.

Основные характеристики датчика ТМ108

Тип датчика	Температура включения, °С	Температура выключения, °С	Чувствительный элемент	Масса, г	Применяемость
ТМ108	87	82	Термо-биметаллическая пластина	50	Москвич-2141, 21412, ИЖ-2126
ТМ108	92	87	Термо-биметаллическая пластина	50	ВАЗ-2104...-07
ТМ108 (66.3710)	99	94	Термо-биметаллическая пластина	50	ВАЗ-2108...-15

### Оборудование и материалы

1. Датчик температуры ТМ106.
2. Датчик температуры ТМ108.
3. Экспериментальная установка для определения вольтамперной характеристики датчика ТМ106.
4. Экспериментальная установка для определения температурной характеристики датчика.
5. Экспериментальная установка для определения температуры срабатывания датчика ТМ 108.
6. Мультиметр М-830В.

### Программа работы

- 1 Изучить литературу по теме работы.
- 2 Ознакомится с конструкцией, паспортными и каталожными данными аппаратуры и измерительных приборов.
- 3 Выписать паспортные данные применяемых в работе датчиков температуры.
- 4 Собрать схему лабораторной установки по рисунку 4.

- 5 Снять и построить вольт-амперную характеристику датчика температуры ТМ 106.
- 6 Снять и построить зависимость  $R(t)$  датчика температуры ТМ 106
- 7 Экспериментально определить температуру срабатывания датчика ТМ 108.
- 8 Сделать выводы по работе.

### Методика выполнения работы

1. Используя методические указания, учебные пособия и литературу по теме работы:

- ознакомиться с назначением датчиков температуры в электронной системе автоматического управления ДВСмобильной техники и информационно-измерительных системах;

- изучить конструкции и принцип действия основных типов датчиков и сигнализаторов температуры, используемых в мобильной технике;

- ознакомиться с экспериментальной лабораторной установкой.

2. Снять вольт-амперную характеристику датчика температуры ТМ 106. Для этого необходимо собрать электрическую схему (рисунок 4).

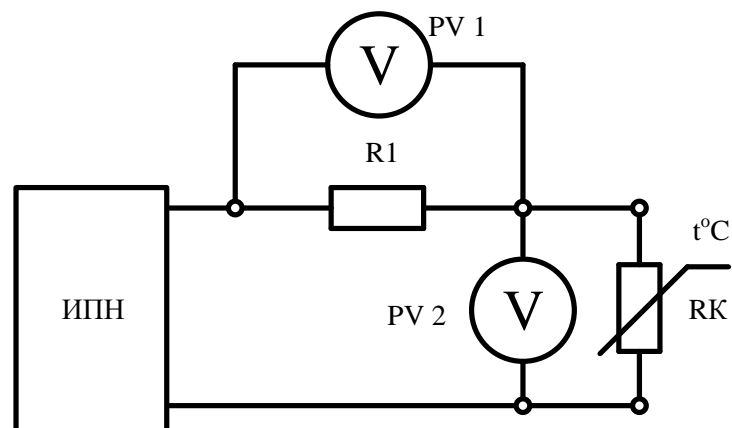


Рисунок 4. Принципиальная электрическая схема для снятия вольт-амперной характеристики датчика температуры ТМ106: ИПН-источник постоянного

напряжения; R1-измерительный резистор; PV1PV2-вольтметры; RK - терморезистор.

3. Изменяя напряжение на выходе ИПН от 0 до 15 В(шаг около 1 В) измерить напряжения на измерительном резисторе  $R1U_{R1}$  и на датчике RK  $U_{\partial}$ . По напряжению  $U_{R1}$  рассчитать ток датчика:

$$I_{\partial} = \frac{U_{R1}}{R_1}$$

Данные эксперимента занести в таблицу 3.

Таблица 3

Результаты измерений и вычислений

Напряжение источника $U, В$	Напряжение на измерительном резисторе $U_{R1,В}$	Напряжение на датчике $U_{\partial}, В$	Ток датчика $I_{\partial}, А$
0			
1			
...			
14			
15			

4. Снять и построить зависимость  $R(t)$  датчика температуры ТМ 106в диапазоне температур (20...100) °С.

Для этого необходимо собрать установку по схеме рисунка 5.

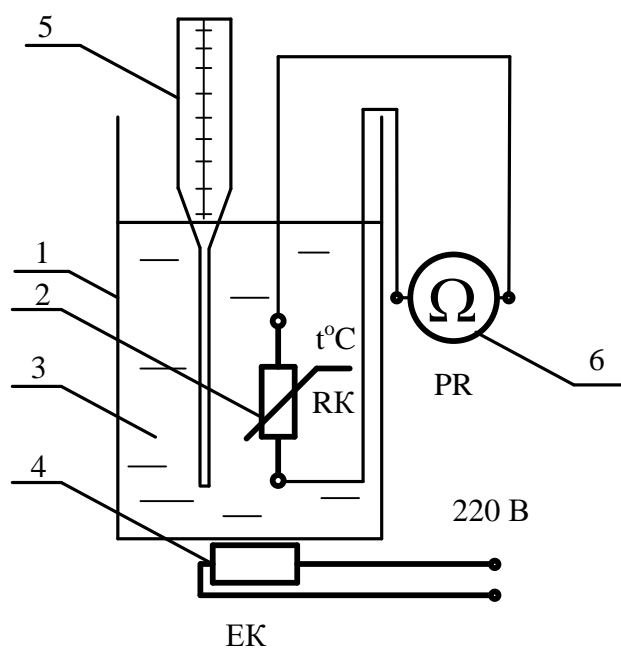


Рисунок 5. Схема установки для снятия зависимости  $R(t)$ : 1-сосуд; 2-датчик ТМ 106; 3-вода; 4-нагревательное устройство; 5-термометр; 6-омметр.

Измерения электрических сопротивлений датчиков производить через  $5^{\circ}\text{C}$  изменения температуры. Результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4

Результаты измерений сопротивления датчика ТМ 106

$t, ^{\circ}\text{C}$	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
$R_{д},$ Ом																

5. Экспериментально определить температуру срабатывания датчика ТМ108.

Для этого необходимо собрать схему установки согласно рисунку 6.

При помощи нагревательного устройства надо увеличивать температуру и следить при этом за вентилятором. При срабатывании электродвигателя вентилятора зафиксировать температуру охлаждающей жидкости. Отключить нагревательное устройство. По мере охлаждения жидкости контролировать температуру. При выключении электродвигателя вентилятор зафиксировать

температуру. Сравнить температуру включения и выключения с табличным значением.

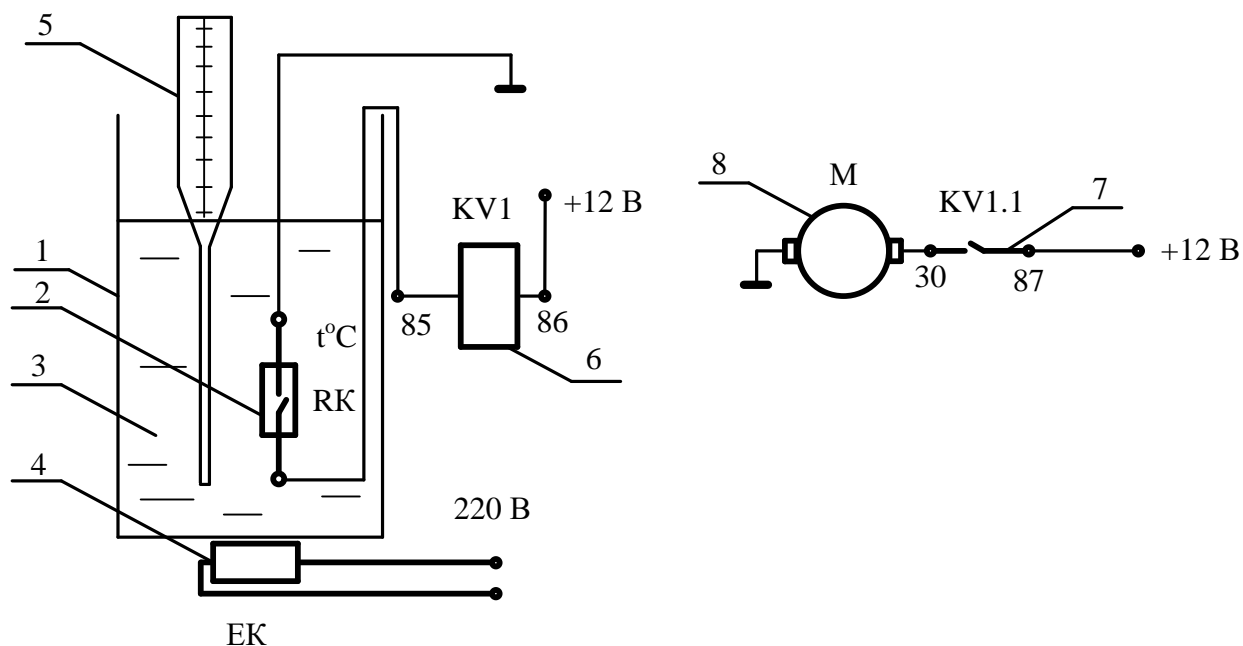


Рисунок 6. Схема установки для определения температуры срабатывания датчика ТМ 108: 1-сосуд; 2-датчик ТМ 108; 3-дистиллированная вода; 4-нагревательное устройство; 5-ртутный термометр; 6-катушка реле вентилятора; 7-замыкающие контакты реле вентилятора; 8-Электродвигатель вентилятора.

### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схема лабораторной установки для снятия вольт-амперной характеристики датчика температуры ТМ106.
3. Таблица с измеренными и вычисленными данными.
4. Вольт-амперная характеристика  $U(I)$  датчика температуры ТМ106.
5. Схема лабораторной установки для снятия зависимости  $R(t)$  датчика температуры ТМ106.
6. Таблица с измеренными данными сопротивлений при температуре от 20 до 100 °С.
7. Схема установки для определения температуры срабатывания датчика ТМ108.



8. Марки и характеристики используемых в работе аппаратов и приборов.
9. Выводы по работе.

**Контрольные вопросы:**

1. Укажите назначение температурных датчиков в автомобиле.
2. Каковы устройство и принцип действия терморезисторных датчиков?
3. Каковы устройство и принцип действия термобиметаллических датчиков?
4. Что такое температурный коэффициент сопротивления?
5. Из каких основных узлов состоит автомобильный термометр?
6. Как экспериментально определяется температурная зависимость терморезистора?

## Литература

1. Литвиненко В.В., Майструк А.П. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник. М.: ЗАО КЖИ "За рулем", 2004. 176 с.
2. Баженов А.А., Яровиков В.И. Проектирование датчиков детонации для систем управления автомобильным двигателем. Саров: РФЭЦ-ВНИИЭФ, 2001. 274 с.

Учебное издание

Иванюга Михаил Михайлович  
Безик Дмитрий Александрович

# **ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ**  
Методическое пособие  
для выполнения лабораторной работы  
для студентов направления подготовки 15.03.04 Автоматизация  
технологических процессов и производств

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 20.06. 2022 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,10. Тираж 25 экз. Изд. № 7317.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ