

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ».

Физический факультет
Кафедра общей физики
Гойда Станислав Олегович

КУРСОВАЯ РАБОТА

**Измерение зависимости сопротивления терморезисторов СТЗ-19 от
температуры**

Электромагнитный практикум, 2 курс, группа №19306

Научный руководитель:

н.с. Лебедев Н.Н.

Оценка научного руководителя

«_____» _____ 20__ г.

Преподаватель практикума

к.ф.-м.н. Рева В.Б.

Оценка преподавателя практикума

«_____» _____ 20__ г.

Куратор практикума:

к.т.н. В.Т. Астрелин

Итоговая оценка

«_____» _____ 20__ г.

Новосибирск 2020

Измерение зависимости сопротивления терморезисторов СТЗ-19 от температуры

Аннотация

Термостат – устройство для поддержания постоянной температуры.

Принцип работы: В термостате поддерживается постоянной температура теплоносителя, исследуемое тело при этом находится в контакте с теплоносителем и имеет его температуру.

В данной работе термостат состоит из медного корпуса и электронной схемы, управляющей всей работой термостата. Корпус термостата теплоизолирован пенопластом толщиной 20мм, для соблюдения адиабатических условий. Электронная схема включает в себя измерительный мост Уинстона, усилитель ошибок и нагреватели. Кроме того в корпусе помещен дополнительный измерительный терморезистор $R_{изм}$, позволяющий контролировать дистанционно температуру корпуса и ее стабильность.

Цель данной работы заключалась в правильном подборе терморезисторов СТЗ-19, таким образом, чтобы отношение их сопротивлений не отличалось более чем на 5% , что позволило бы обеспечить высокую точность прецизионного термостата.

В ходе работы было выполнено 11 измерений различных терморезисторов СТЗ-19, что позволило отобрать наиболее подходящие из них.

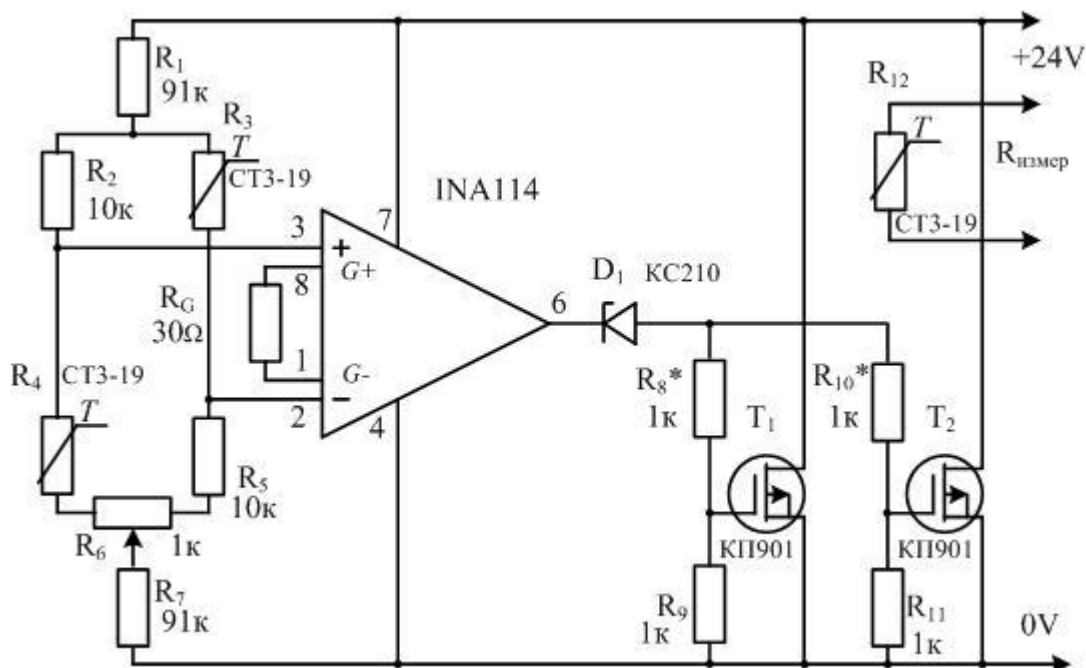
Таким образом, в работе удалось получить 2 пары терморезисторов точность изменения сопротивлений которых составила менее 1%.

Содержание

| | |
|----------------------------------|----|
| 1. Описание установки..... | 3 |
| 2. Экспериментальная часть | 5 |
| 3. Заключение | 10 |

1. Описание установки.

На рисунке представлена электронная схема, отвечающая за всю работу термостата.



Рис(1)

Измерительный мост образован резисторами R_2 , R_3 , R_4 , R_5 .

Чувствительность моста максимальна при равных значениях резисторов в плечах моста. Терморезисторы R_3 , R_4 при рабочей температуре имеют значения около 10 к(Ом), значения остальных элементов моста также около 10к(Ом). Резистором R_6 осуществляется балансировка моста на рабочей температуре, этим резистором осуществляется установка рабочей температуры термостата.

Выходное напряжение с диагонали моста поступает на входы + и - усилителя ошибки, собранном на измерительном усилителе INA114. Внутренняя эквивалентная схема приведена на рисунке №2.

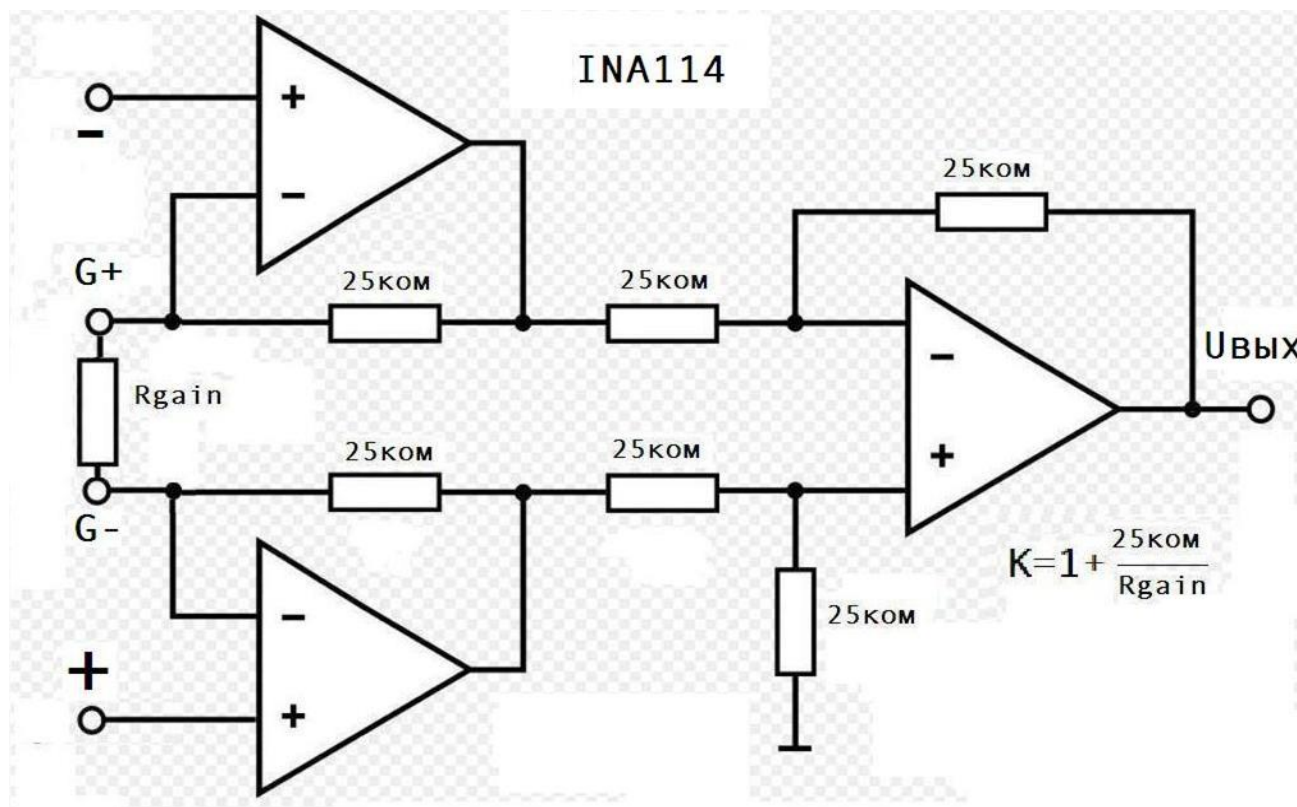
Коэффициент усиления измерительного усилителя определяется резистором R_G . При данном значении $R_G = 30\text{ом}$, коэффициент усиления будет порядка 1000.

Нагрев корпуса термостата осуществляется двумя полевыми транзисторами КП901. Достоинством этого транзистора является металлический корпус с резьбой М6, хорошая теплопроводность и изолированность самого транзистора от своего корпуса, чем обеспечивается гальваническая развязка корпуса термостата без слюдяных прокладок от напряжения питания всего устройства.

Нагрев термостата осуществляется с двух сторон для уменьшения градиента температур вдоль корпуса термостата, а сам корпус обладает толстыми стенками из хорошо проводящей тепло меди.

На выходе усилителя INA114 при балансе моста будет напряжение равное половине общего напряжения питания всего устройства, то есть 12 вольт.

На нагрев корпуса, точнее на компенсацию тепловпотерь в окружающую среду от корпуса термостата через полевые транзисторы идет ток порядка 20 мА. Такой ток соответствует напряжению на затворе транзистора примерно $U_z = 0,6В$. Понижение напряжения с выхода INA114 12В до значения 0,6В осуществляется делителем напряжения на стабилитроне КС210 и резисторов R_8, R_9 для T_1 и R_{10}, R_{11} для T_2 . Резисторами R_8, R_{10} проводится выравнивание токов через транзисторы T_1 и T_2 .



Рис(2)

2. Экспериментальная часть.

За прецизионность термостата приходится платить: подбирать полевые транзисторы по отсутствию тока при напряжении на затворе равном нулю и чтобы вольт-амперные характеристики были близкими.

Кроме того пришлось проводить измерения зависимости сопротивления терморезисторов СТЗ-19 от температуры. Что позволило выбрать пару близких по сопротивлению терморезисторов и иметь возможность изменять точность температуры по Ризм.

Измерения сопротивления терморезисторов имеет свои особенности. При измерения сопротивления через измеряемый резистор протекает измерительный ток, который будет разогревать измеряемый терморезистор. Получатся искажённые данные, которыми пользоваться нельзя.

В данной работе использовался вольтметр В7-34А измерительный ток на пределе 100 к(Ом) составляет 8 мкА и не заметно, что показания омметра меняются при подаче измерительного тока. На пределе 10 ком измерительный ток уже 800 мкА.

После переключения на этот предел видно как уменьшается измеренное значение сопротивление терморезистора. Если теперь вернуться на предел измерений 100 ком, показания омметра растут, то есть терморезистор остывает.

В ходе работы проводились измерения сопротивлений 11 различных резисторов СТЗ-19, с которыми можно ознакомиться в приложении.

Сопротивления терморезисторов с отрицательным ТКС в рабочих интервалах температур изменяется по экспоненциальному закону:

$$R = A \cdot e^{\frac{B}{T}}$$

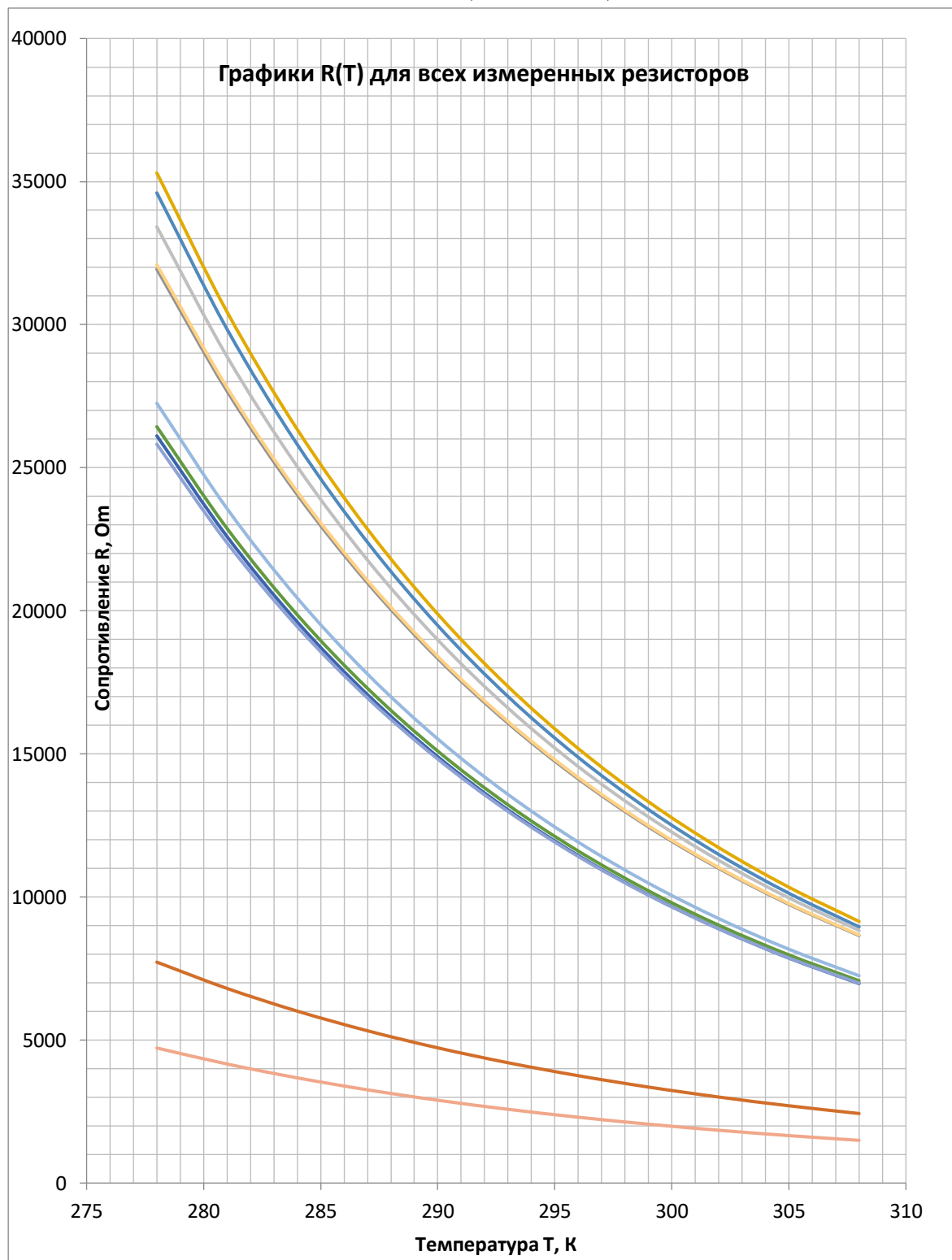
Постоянные А и В можно легко рассчитать, измерив сопротивления терморезистора при температурах T_0 и T .

$$B = \frac{\ln\left(\frac{R}{R_0}\right)}{\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}} \quad A = \frac{R}{e^{\frac{B}{T}}}$$

Таким образом, удалось построить характерные графики зависимости Сопротивления от температуры для всех образцов.

Что позволило определить наиболее точные пары образцов (см. приложение)

Из анализа графика видно, что наибольшую точность имеют пары образцов № 5, 11 и №10, 3.



3. Заключение.

Таким образом, лучшую точность поддержания температуры согласно графику показали пары образцов № 5, 11 и №10, 3.