



УДК 621.382

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Богущ Анатолий Романович¹, Тихосова Анастасия Олеговна¹

¹ Херсонский национальный технический университет, г. Херсон, Украина

Адрес для переписки: Богущ Анатолий Романович, старший преподаватель

Место работы: Херсонский национальный технический университет

Email: bogtutor@gmail.com

Тихосова Анастасия Олеговна, студентка

Место учебы: Херсонский национальный технический университет

Email: sherbik3@yandex.ua

Аннотация. Экспериментально исследована температурная стабильность инструментального и двухкаскадного усилителей на базе микросхем операционного усилителя LM358 (STMicroelectronics).

Целью настоящего исследования является выработка оценочного критерия меры чувствительности измерительных схем к изменению температуры, проведение сравнительных испытаний и определение предпочтительных вариантов схемотехнических решений.

Задачей настоящего исследования является разработка методики эксперимента, структуры и компонентов экспериментальной установки, проведение сравнительных испытаний различных схем усилителей в диапазоне температур 20°C-60°C.

Ключевые слова: инструментальный усилитель, температурная стабильность, LM358, STMicroelectronics.

Введение. Задачи управления температурой технологических процессов, сред производственных, жилых и гражданских помещений, складов, хранилищ и т.д. являются одними из самых частых и важных в инженерной практике.

Для их реализации разрабатываются, используются и совершенствуются устройства и системы, основанные на разнообразных принципах и аппаратных платформах. Практически все они решают, в том числе, и задачу усиления или нормализации сигналов от соответствующих датчиков. Одним из самых частых вариантов ее инженерных решений являются электронные схемы управления температурой, использующие операционные усилители общего и специального назначения. Стандартом в этой области есть схема инструментального усилителя, отличающаяся повышенными метрологическими свойствами.

Электронные схемы управления температурой, обслуживающие мощное тепловыделяющее оборудование, работают в зоне воздействия тепловых потоков и излучений, температурных градиентов, оказывающих влияние на точность работы измерительных схем [1].

Перед разработчиками и эксплуатационниками, таким образом, стоят задачи оценки температурного влияния на точность работы измерительных схем и минимизации такого влияния.

Материалы и методы исследования. В измерительных схемах использовались микросхемы LM358 производства фирмы STMicroelectronics (сдвоенный операционный усилитель).

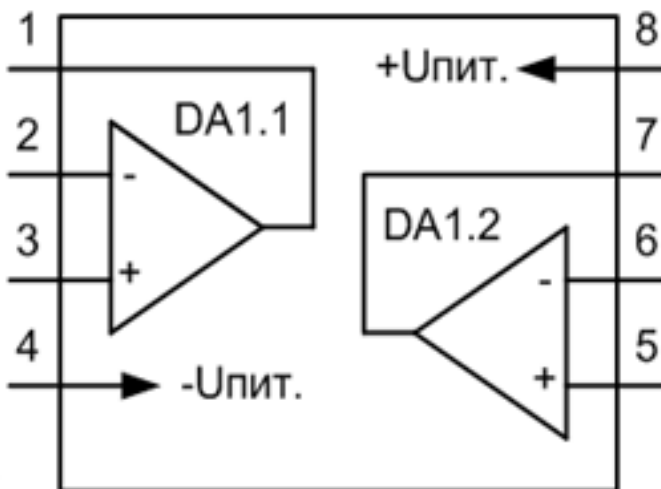


Рис. 1. LM358

Исследовались и сравнивались два варианта схемотехнических решений:

- дифференциальный усилитель (Рис. 2) [2];
- инструментальный усилитель (Рис. 3) [2].

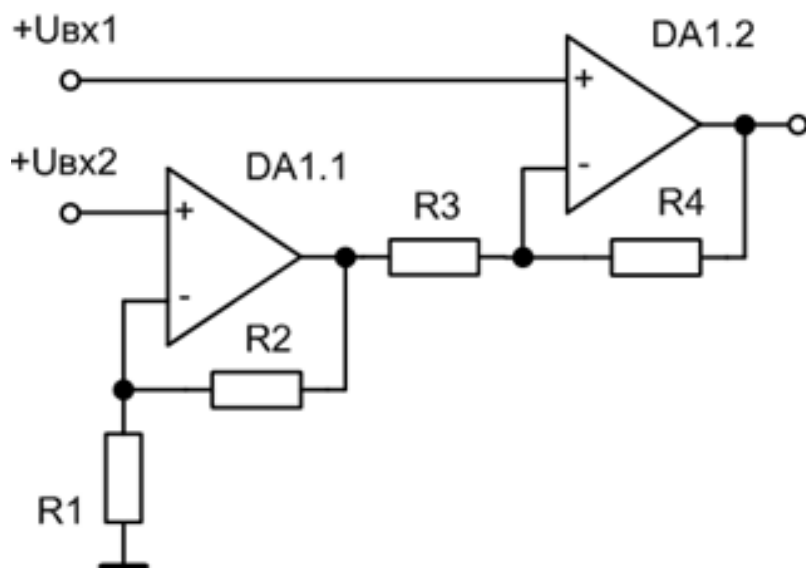


Рис. 2. Схема дифференциального усилителя

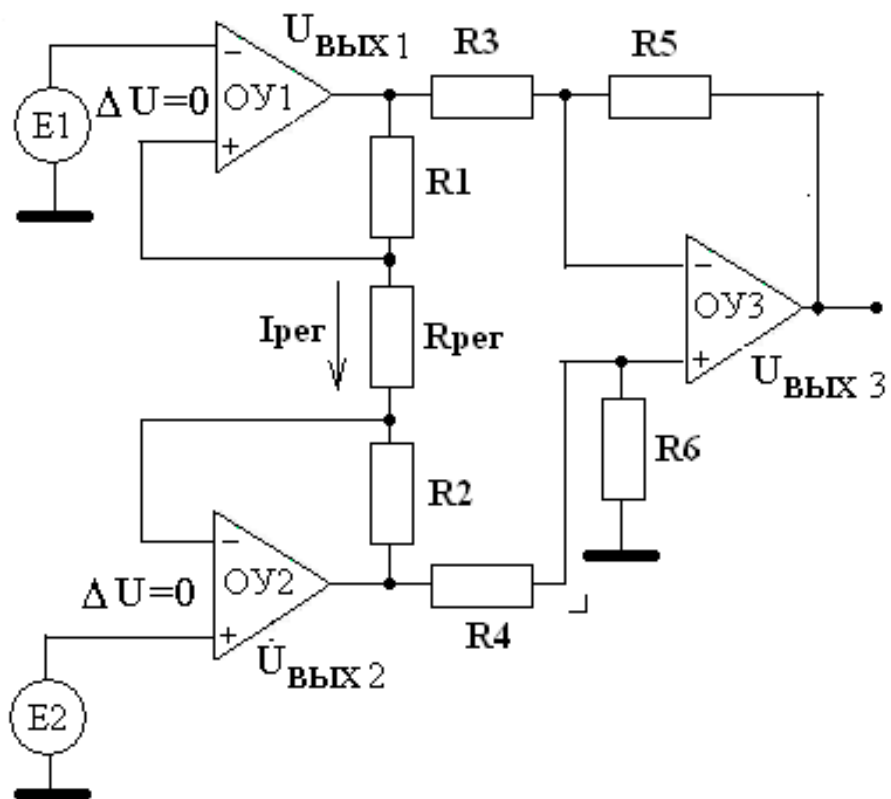


Рис. 3. Схема инструментального усилителя

Структурная схема экспериментального стенда представлена на Рис. 4.

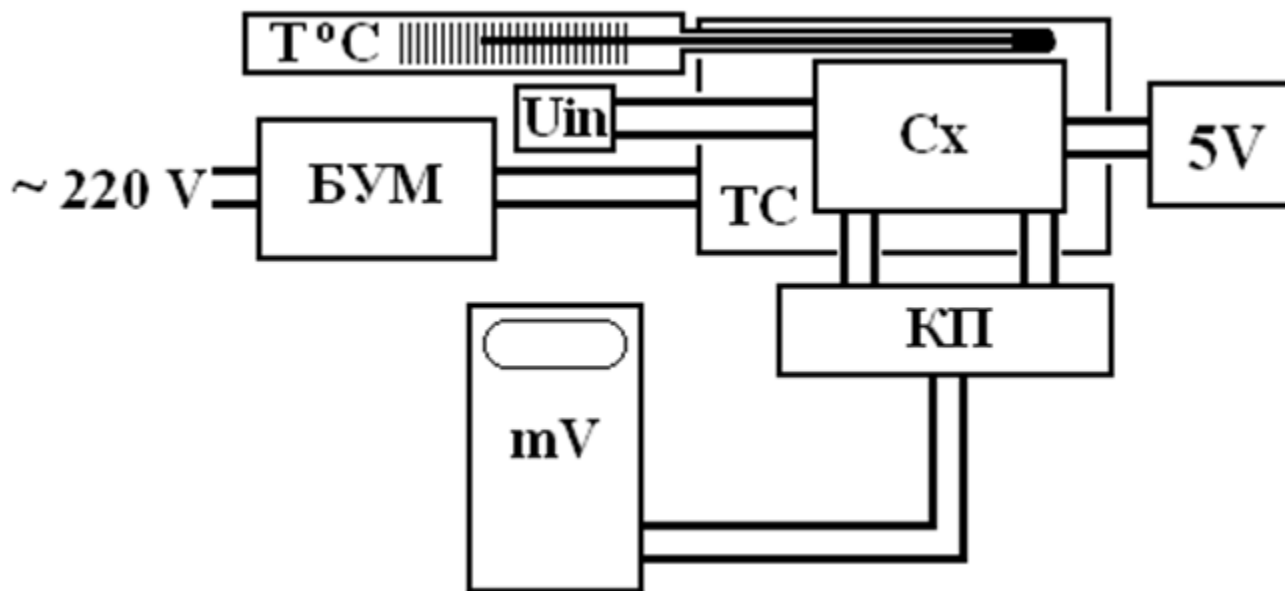


Рис. 4. Структурная схема экспериментального стенда

1. Блок управления мощностью (БУМ).
2. Термостат (ТС).
3. Источник стабильного входного сигнала (U_{in})
4. Источник стабильного напряжения питания 5V
5. Испытуемая схема (Сх).
6. Милливольтметр (mV).
7. Коммутационная панель (КП)
8. Термометр ($T^{\circ}C$)

Порядок проведения эксперимента. В охлажденный до комнатной температуры термостат помещались термометр и испытуемая схема, подключенная к стабилизированным источникам питания 5V и входного сигнала U_{in} . Вход и выход испытуемой схемы подключались к коммутационной панели, милливольтметр – к клеммам U_{in} коммутационной панели. По готовности экспериментального стенда включался блок управления мощностью. Текущее значение температуры контролировалось по показаниям термометра. При достижении очередного значения температуры производились измерения U_{in} и U_{out} .

Результаты исследования. Результаты эксперимента представлены на Рис. 5 и Рис. 6.

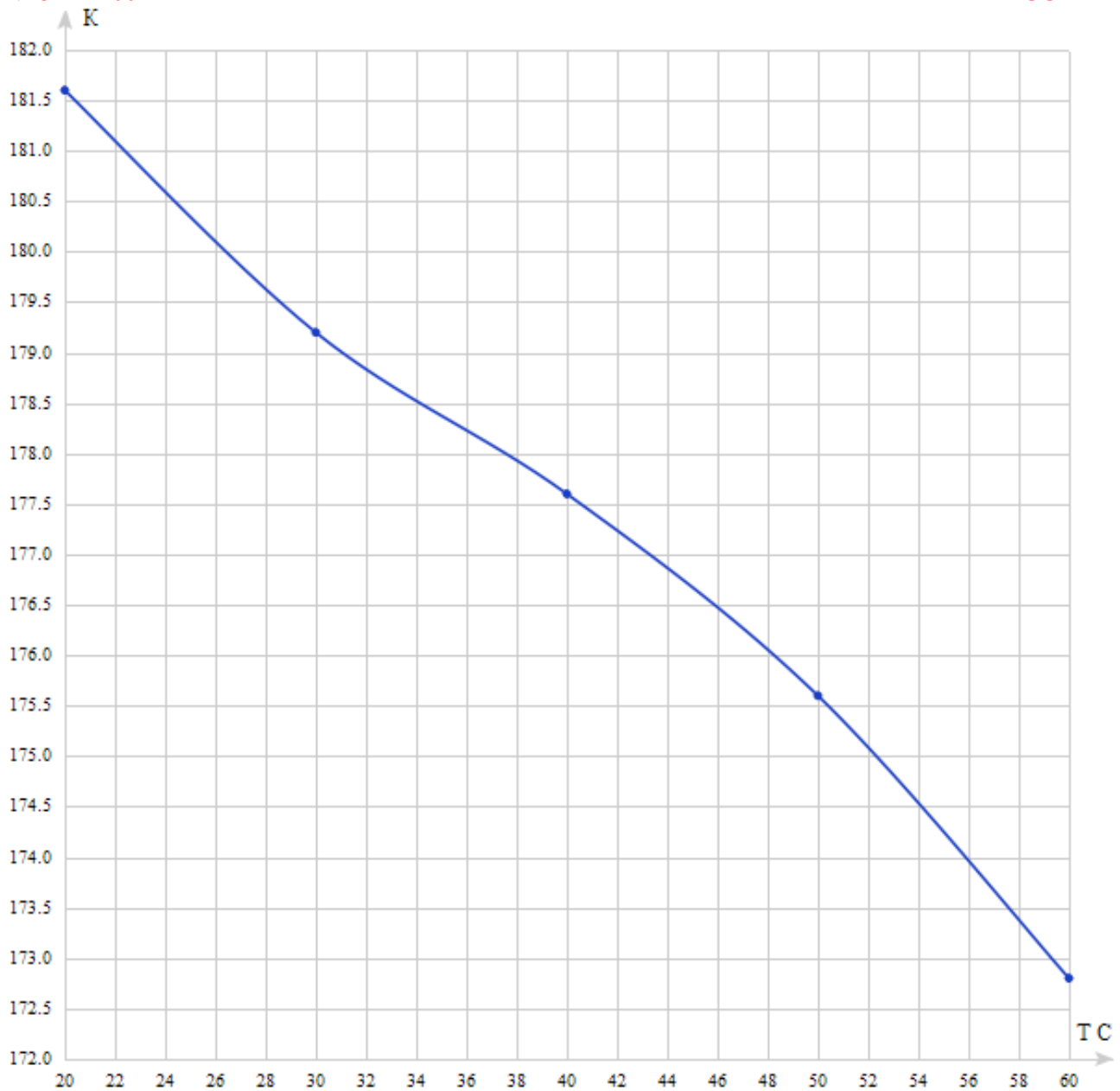


Рис. 5. Зависимость коэффициента усиления схемы дифференциального усилителя K от температуры $T^{\circ}\text{C}$

На диапазоне температур 20°C - 60°C :

– среднее значение S_{am} крутизны $S_a = dK/dT$ функции $K(T)$:

$$S_{am} = - 0,22 \text{ 1}^{\circ}\text{C},$$

– среднее значение S_{rm} относительной крутизны $S_r = (dK/dT)/K$ функции $K(T)$:

$$S_{rm} = - 0,001234 \text{ 1}^{\circ}\text{C}.$$

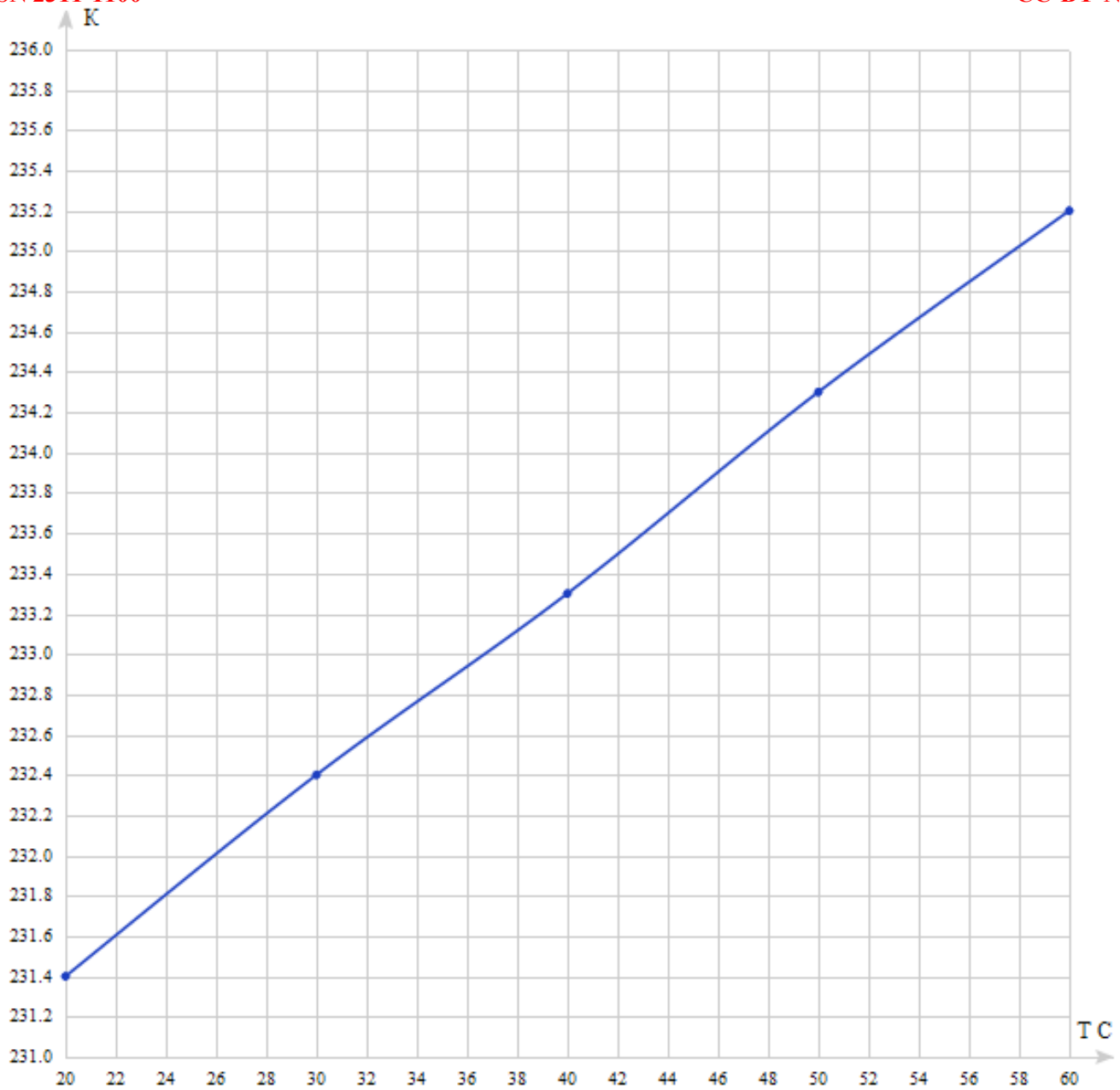


Рис. 6. Зависимость коэффициента усиления схемы инструментального усилителя К от температуры Т°С

На диапазоне температур 20°С-60°С:

– среднее значение S_{am} крутизны $S_a = dK/dT$ функции $K(T)$:

$$S_{am} = 0,095 \text{ 1/}^\circ\text{C},$$

– среднее значение S_{rm} относительной крутизны $S_r = (dK/dT)/K$ функции $K(T)$:

$$S_{rm} = 0,00041 \text{ 1/}^\circ\text{C}.$$

Обсуждение результатов. Проведя данный эксперимент можно сделать следующие выводы:

1. Зависимости коэффициента усиления K от температуры схем дифференциального и инструментального усилителей близки к линейным.

2. На диапазоне температур 20°C - 60°C средние значения крутизны $S_a=dK/dT$ функции $K(T)$ для схем дифференциального и инструментального усилителей составляют $-0,22\ 1/^{\circ}\text{C}$ и $0,095\ 1/^{\circ}\text{C}$ соответственно.

3. На диапазоне температур 20°C - 60°C средние значения относительной крутизны $S_r=(dK/dT)/K$ функции $K(T)$ для схем дифференциального и инструментального усилителей составляют $-0,001234\ 1/^{\circ}\text{C}$ и $0,00041\ 1/^{\circ}\text{C}$ соответственно.

4. Выбор схемотехники в пользу инструментального усилителя на элементной базе недорогих и доступных микросхем операционного усилителя LM358 позволяет значительно снизить влияние температурной нестабильности на коэффициент усиления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. LM158-LM258-LM358. Low Power Dual Operational Amplifiers. – [Electronic resource]. – Access mode: www.st.com.
2. Датчик + инструментальный усилитель с нулевым дрейфом = отсутствие искажений. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.compel.ru/lib/ne/2011/3/6-datchik-instrumentalnyiy-usilitel-s-nulevyim-dreyfom-otsutstvie-iskazheniy>