

УДК 621.317.75
DOI: 10.18799/29495407/2025/1/81
Шифр специальности ВАК: 2.2.4

Питание осциллографа SDS1102 от сети и внешнего аккумулятора

К.А. Волобуев, В.М. Москалева, И.В. Трубин, В.Г. Трубин✉

Новосибирский Государственный Технический Университет, Россия, г. Новосибирск

✉trubin@corp.nstu.ru

Аннотация. В технических кибернетических системах невозможно обойтись без обмена информацией между устройствами. Для анализа сигналов внутри систем и устройств используются специализированные устройства – осциллографы, позволяющие наблюдать форму сигнала во времени. В некоторых применениях может потребоваться осциллограф, гальванически развязанный от сети 230 В. Иногда реализовать такую возможность можно с помощью питания сетевого осциллографа от аккумулятора. Актуальность работы особенно проявляется, когда затруднительно достать определённое оборудование или оно имеет высокую стоимость. В статье рассматривается модернизация цифрового осциллографа OWON SDS1102 путем добавления возможности питания от аккумулятора с использованием понижающего линейного преобразователя LM338. Статья будет полезна к ознакомлению студентам, аспирантам и инженерам, желающим реализовать гальваническую развязку от сети 230 В для осциллографа.

Ключевые слова: батарейное питание, гальваническая развязка, осциллограф, OWON SDS1102, импульсный понижающий DC-DC преобразователь, линейный регулятор, LM317, LM338

Для цитирования: Питание осциллографа SDS1102 от сети и внешнего аккумулятора / К.А. Волобуев, В.М. Москалева, И.В. Трубин, В.Г. Трубин // Известия Томского политехнического университета. Промышленная кибернетика. – 2025. – Т. 3. – № 1. – С. 1–7. DOI: 10.18799/29495407/2025/1/81

UDC 621.317.75
DOI: 10.18799/29495407/2025/1/81

Power supply of the SDS1102 oscilloscope from the mains and external battery

K.A. Volobuev, V.M. Moskaleva, I.V. Trubin, V.G. Trubin✉

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

✉trubin@corp.nstu.ru

Abstract. In technical cybernetic systems, it is impossible to do without exchanging information between devices. To analyze signals inside systems and devices, specialized devices – oscilloscopes – are used. They allow observation of signal shape over time. In some applications, an oscilloscope galvanically isolated from the 230 V mains may be required. Sometimes this possibility can be realized by powering the network oscilloscope from the battery. The relevance of the work is especially evident when it is difficult to get certain equipment or it has a high cost. This article discusses the modernization of the OWON SDS1102 digital oscilloscope by adding the possibility of battery power using the LM338 step-down linear converter. The article will be useful for students, graduate students and engineers who want to implement galvanic isolation from 230 V network for an oscilloscope.

Keywords: battery power, galvanic isolation, oscilloscope, OWON SDS1102, pulse step-down DC-DC converter, linear regulator, LM317, LM338

For citation: Volobuev K.A., Moskaleva V.M., Trubin I.V., Trubin V.G. Power supply of the SDS1102 oscilloscope from the mains and external battery. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Industrial Cybernetics*, 2025, vol. 3, no. 1, pp. 1–7. DOI: 10.18799/29495407/2025/1/81

Введение

Для рассмотрения формы того или иного электрического сигнала используются специальные приборы – осциллографы. В большинстве цифровых осциллографов реализована схемотехника с неизолированными каналами («крокодилы» щупов электрически связаны между собой, с заземлением корпуса и одним из контактов сетевого шнура).

В некоторых ситуациях при проведении измерений требуется гальваническая развязка осциллографа от сети 230 В [1, 2], реализовать её можно различными способами, один из них – обеспечить питание измерительного устройства от аккумулятора или батареи.

Существуют портативные осциллографы, в которых изначально установлен аккумулятор в качестве источника питания. Осциллографы такого типа уже гальванически развязаны от сети и поэтому легко могут быть использованы для данных измерений. Однако портативные осциллографы имеют более скромные характеристики, по сравнению со стационарными, находящимися в том же ценовом диапазоне.

В этой статье на примере осциллографа OWON SDS1102 рассмотрена модернизация, позволяющая выбирать источник питания измерительного прибора (встроенный блок питания или внешний аккумулятор).

Стоит понимать, что вскрытие корпуса осциллографа и вмешательство в схему является нарушением гарантийного обслуживания приборов. А в случае неаккуратных действий при повторении данной модернизации возможен выход прибора из строя или удар человека электрическим током.

Расчет тока и выбор регулятора

Для реализации гальванической развязки от сети 230 В модернизируем осциллограф, добавив аккумуляторное питание.

В стандартной конфигурации осциллограф OWON SDS1102 подключается к сети 230 В и его встроенный блок питания преобразует 230 В переменного напряжения в низковольтное постоянное напряжение, необходимое для питания устройства [3]. После вскрытия корпуса осциллографа было определено, что у блока питания данного прибора на выходе одна линия питания с напряжением 5,5 В. Наличие только одной линии питания очень упрощает проведение модернизации. Исходя из этого можно отключить сетевое питание и, подключив к осциллографу напряжение 5,5 В, пользоваться им без встроенного блока питания.

Так как затруднительно найти аккумулятор, который продолжительное время давал бы напряжение 5,5 В, можно воспользоваться аккумулятором с

более высоким напряжением на выходе и понижать это напряжение до требуемого.

Устройства для понижения постоянного напряжения можно разделить на линейные регуляторы и импульсные понижающие DC-DC преобразователи.

Для питания осциллографа не рекомендуется использовать импульсные понижающие DC-DC преобразователи. Это связано с тем, что из-за своего схемотехнического устройства в большинстве случаев импульсные преобразователи имеют шумы на выходе, что может негативно влиять на результаты измерений, особенно малых величин.

Исходя из этого в качестве понижающего преобразователя лучше воспользоваться линейным регулятором напряжения, например LM317 или LM338, или регулируемым стабилизатором с малым падением напряжения LD1085.

На корпусе осциллографа (рис. 1) указано, что максимальная потребляемая мощность – 15 Ватт (Вт).

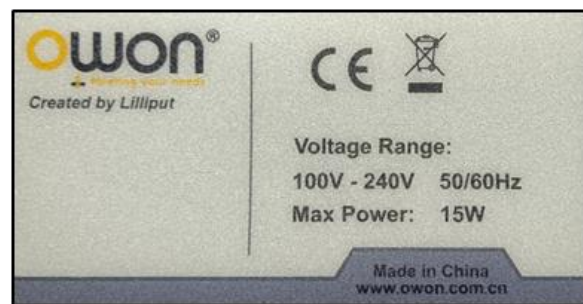


Рис. 1. Характеристики питания осциллографа, указанные на корпусе

Fig. 1. Oscilloscope power supply characteristics indicated on the case

Таким образом, если учитывать, что КПД блока питания (БП) 100 % (на самом деле это не так, обычно КПД импульсных БП находится в диапазоне 60–80 % , но может достигать и более 90 %), при мощности 15 Вт на выходе БП осциллографа и напряжении 5,5 В получаем, что максимальный потребляемый ток не более 2,8 А.

При подключении амперметра в разрыв цепи питания осциллографа сила тока не превышала 1,5 А, однако это не означает, что не будет режимов, при которых ток может вырасти.

Регулятор LM317 при разнице входного и выходного напряжений не более 15 В и рассеиваемой мощности не более 20 Вт имеет **гарантированный по документации [4] выходной ток не менее 1,5 А.**

В документации (рис. 2) также указано **типовое значение максимального тока – 2,2 А.**

Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_I - V_O \leq 15 \text{ V}, P_D < P_{MAX}$	1.5	2.2		A
$V_I - V_O = 40 \text{ V}, P_D < P_{MAX}, T_J = 25^\circ\text{C}$	0.4			

Рис. 2. Фрагмент документации, характеристики параметра $I_{O(max)}$ (максимальный ток нагрузки)

Fig. 2. Documentation fragment, characteristics of the $I_{O(max)}$ parameter (maximum load current)

Здесь стоит пояснить, что типовое значение не является гарантируемым, оно означает, что для большинства производимых регуляторов данного типа возможно пропускание тока в 2,2 А, но при этом могут также существовать отдельные экземпляры или даже партии, у которых максимальный ток будет ниже. Поэтому нельзя утверждать, что любая взятая микросхема будет поддерживать типовой максимальный ток. **Корректно при выборе максимального тока смотреть на гарантированный выходной ток (который данный компонент обязан поддерживать).**

Таким образом, можно заметить, что данный линейный регулятор не гарантирует максимальный ток в 2,8 А. Поэтому можно собрать схему с усилением выхода регулятора напряжения LM317 по току с помощью транзистора. Однако при такой реализации у регулятора пропадают встроенные защиты от короткого замыкания, превышения тока и температурного режима.

Поэтому для питания дорогостоящих устройств лучше использовать другой регулятор напряжения, например LM338, у которого гарантированный по документации выходной ток 5 А.

Данные регуляторы рекомендуется покупать у официальных поставщиков. При заказе через интернет-магазины часто можно столкнуться с подделками, которые имеют выходной ток намного ниже заявленного.

Технические характеристики линейного регулятора напряжения LM338:

- Входное напряжение 4,2–35 В;
- Выходное напряжение 1,2–32 В;
- Гарантируемый выходной ток 5 А;
- Внутренняя защита от перегрева;
- Диапазон рабочих температур: от 0 до + 125 °С.

Расчеты и замеры, выполненные для модернизации, актуальны для осциллографа OWON SDS1102, у других устройств напряжение питания и максимальные токи могут быть другими.

В документации [5] указано, что минимальная рекомендуемая разница между входным и выходным напряжением ($V_{in} - V_{out}$, Input-to-output differential voltage) должна составлять 3 В. Исходя из этого, чтобы получить на выходе регулятора 5,5 В, на вход необходимо подавать минимум 8,5 В.

При этом самый близкий стандарт аккумуляторов – 9 В, но по мере разряда такого аккумулятора напряжение может стать ниже 8,5 В. Поэтому возьмем следующий стандарт – аккумулятор на 12 В, который имеет предельное нижнее напряжение 10,5 В. Следует учитывать, что всё излишнее напряжение линейные стабилизаторы расходуют в тепло. Исходя из этого при максимальной разнице напряжений вход–выход ($12 - 5,5 \text{ В} = 6,5 \text{ В}$) и максимальном токе 2,8 А получим рассеиваемую мощность 18,2 Вт. При таком тепловыделении требуется установить радиатор, а ещё лучше – поставить кулер для охлаждения радиатора.

Как было сказано во введении, модернизация будет предоставлять возможность выбора источника питания осциллографа. Схема подключения представлена на рис. 3.

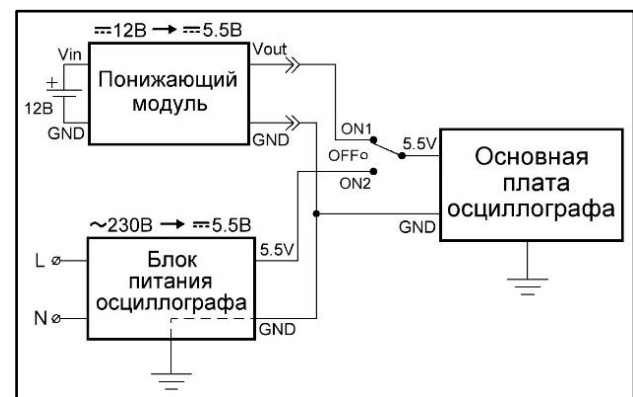


Рис. 3. Схема модернизации осциллографа

Fig. 3. Oscilloscope upgrade scheme

Более правильно с точки зрения схемотехники было бы использовать трехпозиционный переключатель с двумя контактными группами, тем самым не допуская соединения минусовых контактов питания от БП осциллографа и аккумуляторного питания. Такое решение позволило бы не переживать за подключенный к осциллографу шнур питания сети 230 В при использовании аккумуляторного питания.

Однако стоит отметить, что в большинстве случаев такое решение не имеет смысла. Помимо проводов, идущих от блока питания осциллографа к основной плате, внутри корпуса многие компоненты имеют металлические части, которые соединены металлическими винтами, и все они подключены к заземлению.

Экран осциллографа является достаточно габаритным компонентом, связанным с заземлением (рис. 7). Блок питания осциллографа соединен с металлической крышкой экрана металлическими винтами. Через металлические винты экран также

соединен с измерительной платой и платой управления. Поэтому, даже разорвав минусовые провода, соединяющие БП осциллографа и основную плату, нельзя утверждать, что они больше не связаны.

Модернизация осциллографа

Чтобы не разводить печатную плату, был взят понижающий модуль на основе регулятора *LM317*. Он имеет такое же расположение выводов, как и *LM338*, что позволяет легко заменить один регулятор на другой (рис. 4).

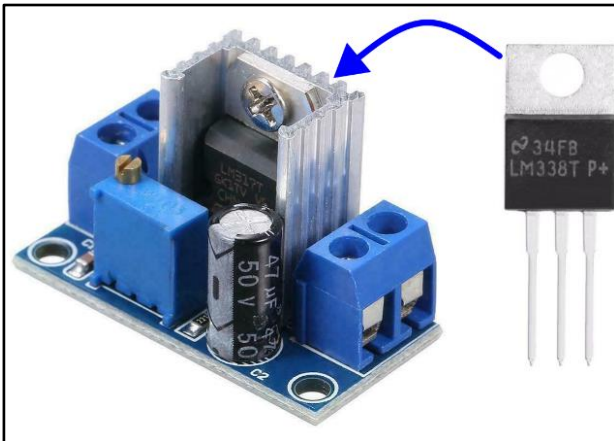


Рис. 4. Установка в модуль регулятора *LM338T* вместо *LM317*

Fig. 4. Installing the *LM338T* regulator instead of the *LM317* in the module

Если при замене регулятора *LM317* на *LM338* впаивать регулятор с верхней стороны платы, то зажимные колодки, установленные на плате, будут мешать установке более габаритного радиатора. Из-за этого пришлось бы загнать выводы регулятора, что могло бы привести к установке компонента под углом к радиатору. Это привело бы к уменьшению площади соприкосновения, а следовательно, и к уменьшению эффективности теплопередачи.

В связи со всем вышеперечисленным было принято решение установить регулятор с нижней стороны платы (важно при этом убедиться в корректности расположения выводов *LM338* по отношению к разводке платы). Это значительно упрощает крепление регулятора к большому компьютерному радиатору.

Помимо увеличения радиатора рекомендуется добавить кулер для охлаждения радиатора. Номинальное напряжение питания кулера составляет 12 В. Так как модуль будет питаться от 12-ти вольтового аккумулятора, очень удобно будет подключить к нему и питание кулера.

После выполнения изменений в модуле необходимо потенциометром настроить напряжение на выходе. При наличии возможности **рекомендуется протестировать модуль под нагрузкой**, соответствующей той, которая может возникнуть при работе устройства. Важно не только исследовать, будет ли работать модуль, но также убедиться, что при подключении потребителей тока на выходе модуля нет провалов по напряжению.

После завершения всех операций с модулем рассмотрим изменения внутри осциллографа.

Все изменения необходимо проводить при отключенном от сети шнуре питания во избежание возможности поражения электрическим током.

Установим в корпусе разъем для подключения внешнего питания и переключатель для выбора источника питания. После этого подключим провода в соответствии со схемой на рис. 3.

Провода питания должны быть как можно короче и иметь сечение не менее 1 мм², так как через них протекают достаточно большие токи.

В результате модернизации получаем осциллограф, который можно питать как от сети 230 В, так и от аккумулятора. **При питании от аккумулятора необходимо отключать шнур питания осциллографа из розетки, иначе будет присутствовать заземление и не будет гальванической развязки от сети 230 В.**

Стоит отметить, что каналы осциллографа по-прежнему соединены между собой, а при наличии металлического корпуса, вероятно, еще и с ним. Если к «крокодилу» щупа будет подключено высокое напряжение (безопасным считается переменное напряжение до 36 В в сухих помещениях или 12 В во влажных помещениях) и человек коснется какого-либо металлического контакта осциллографа, велика вероятность поражения электрическим током.

Результат

Ниже приведены фото осциллографа, понижающего преобразователя и устройств в работе (рис. 5–9).

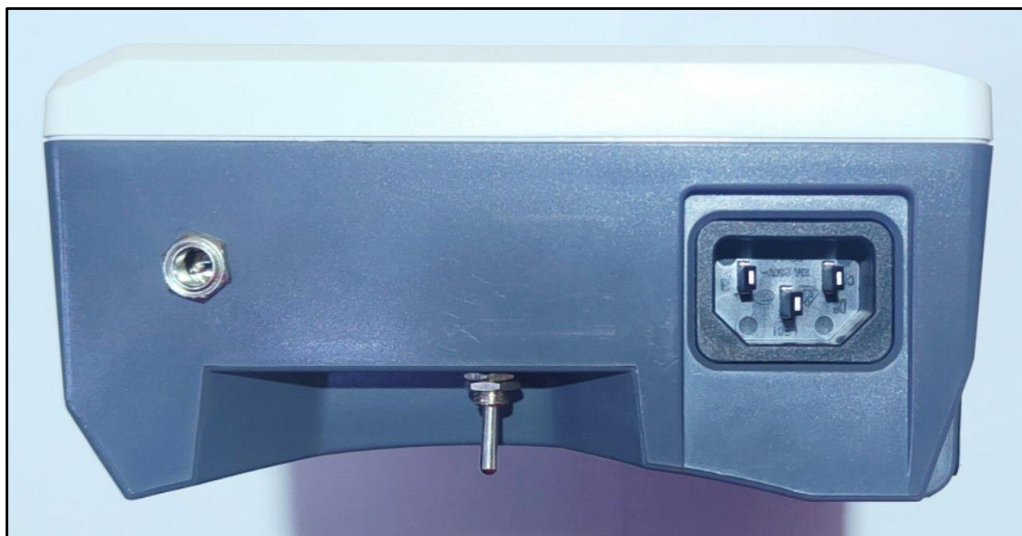


Рис. 5. Фотография осциллографа сбоку с установленными разъемом и переключателем
Fig. 5. Photo of the oscilloscope from the side with the connector and switch installed

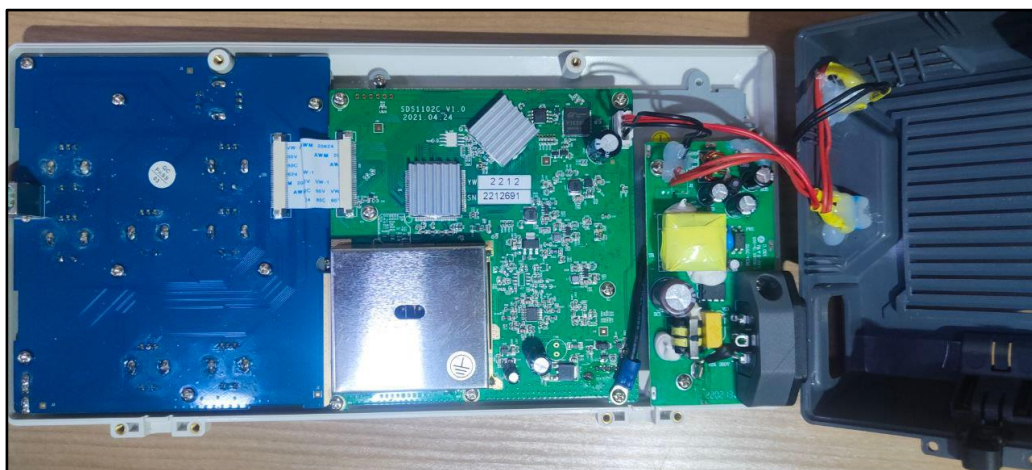


Рис. 6. Фотография плат осциллографа
Fig. 6. Photo of oscilloscope boards



Рис. 7. Заземленные винтовые соединения осциллографа
Fig. 7. Grounded screw connections of the oscilloscope

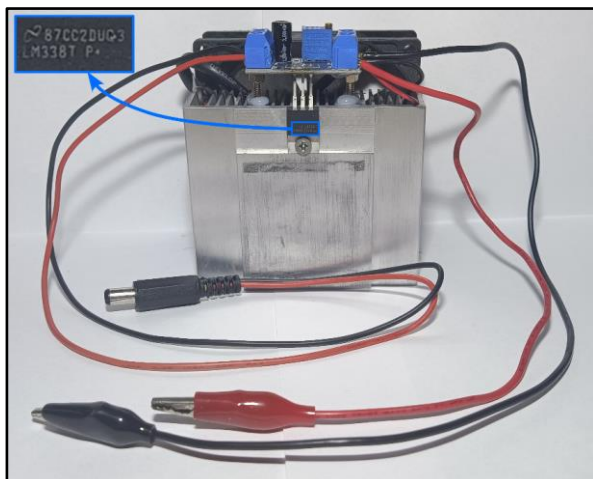


Рис. 8. Фотография модуля на LM338 с увеличенным радиатором и охлаждением

Fig. 8. Photo of the LM338 module with an enlarged radiator and cooling

Выводы

- При работе с осциллографом нельзя забывать о технике безопасности.
- Работая с осциллографом, стоит внимательно подходить к подключению щупов и установке режимов делителя.

- Расчеты и замеры, выполненные для модернизации, актуальны для осциллографа OWON SDS1102, у других устройств напряжение питания и максимальные токи могут быть другими. Перед работой необходимо изучить документацию на конкретное устройство.
- В результате данной модернизации получен осциллограф, который может использовать в качестве источника питания как сетевое напряжение, так и внешний аккумулятор.
- Питание от сети рекомендуется использовать в качестве основного, чтобы не требовалось постоянно беспокоиться о заряде аккумулятора.
- Питание от аккумулятора рекомендуется использовать в случае необходимости гальванической развязки от сети. Например, для измерения сигналов с малой амплитудой, чтобы снизить уровень шумов, приходящих из сети.
- При питании осциллографа от аккумулятора необходимо отключать сетевой шнур питания.
- При питании осциллографа от аккумулятора, если к «крокодилу» щупа подключено высокое напряжение и человек коснется какого-либо металлического контакта осциллографа, велика вероятность поражения электрическим током.

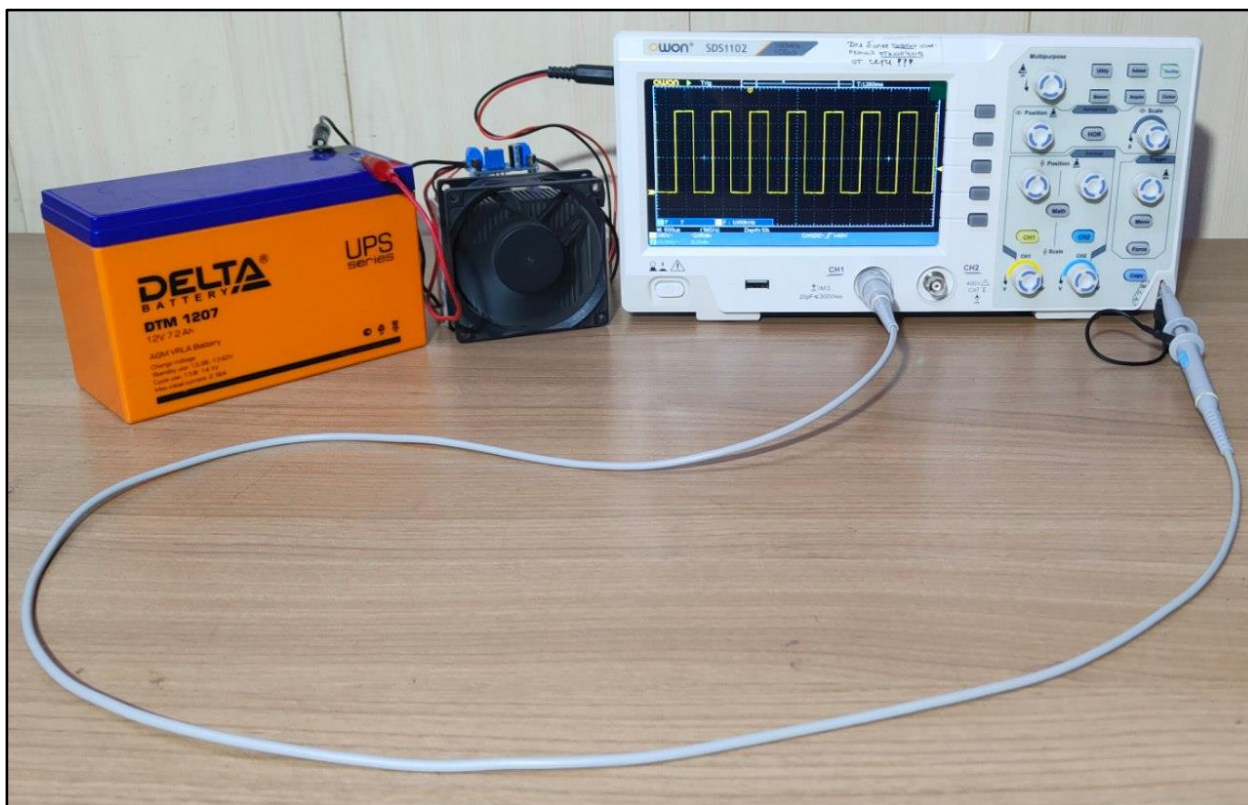


Рис. 9. Фотография осциллографа, с питанием от аккумулятора

Fig. 9. Photo of the oscilloscope, powered by a battery

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Как посмотреть сигналы на стороне сетевого напряжения и не повредить приборы. URL: <https://habr.com/ru/articles/537612/> (дата обращения: 04.10.2024).
2. Джей-Йонг Чанг. Проведение осциллографических измерений с высокой точностью и производительностью // Компоненты и технологии. – 2011. – № 7. – С. 169–172. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/provedenie-ostsillograficheskikh-izmereniy-s-vysokoy-tochnostyu-i-vosproizvodimostyu/viewer> (дата обращения: 04.10.2024).
3. Link to the OWON SDS1102. Описание осциллографов OWON серии SDS1000. URL: https://www.owon.com.hk/products_owon_sds1000_2ch_series_super_economical_type_digital_oscilloscope (дата обращения: 04.10.2024).
4. Документация на линейный регулятор напряжения LM317. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/317/DOC011317172.pdf> (дата обращения: 04.10.2024).
5. Link to the linear voltage regulator LM338. Документация на линейный регулятор напряжения LM338. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/173/DOC013173219.pdf> (дата обращения: 04.10.2024).

Информация об авторах

Кирилл Андреевич Волобуев, студент, кафедра автоматики, Новосибирский государственный технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, kirya.volobuev@mail.ru

Виолетта Михайловна Москалева, студент, кафедра автоматики, Новосибирский государственный технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, violetta.moskaleva@mail.ru

Игорь Витальевич Трубин, старший преподаватель, кафедра защиты информации, Новосибирский государственный технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, i.trubin@corp.nstu.ru; <https://orcid.org/0009-0001-1466-6001>

Виталий Геннадьевич Трубин, старший преподаватель, кафедра автоматики, Новосибирский государственный технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, trubin@corp.nstu.ru

Поступила: 15.11.2024

Принята: 23.12.2024

Опубликована: 31.01.2025

REFERENCES

1. *How to view the signals on the side of the mains voltage and not damage the devices.* (In Russ.) Available at: <https://habr.com/ru/articles/537612/> (accessed: 4 October 2024).
2. Jae-Yong Chang. Carrying out oscillographic measurements with high accuracy and performance. *Components and Technologies*, 2011, no. 7, pp. 169–172. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/provedenie-ostsillograficheskikh-izmereniy-s-vysokoy-tochnostyu-i-vosproizvodimostyu/viewer> (accessed: 4 October 2024).
3. *Link to the OWON SDS1102.* Available at: https://www.owon.com.hk/products_owon_sds1000_2ch_series_super_economical_type_digital_oscilloscope (accessed: 4 October 2024).
4. *Link to the LM317 linear voltage regulator.* Available at: <https://static.chipdip.ru/lib/317/DOC011317172.pdf> (accessed: 4 October 2024).
5. *Link to the linear voltage regulator LM338.* Available at: <https://static.chipdip.ru/lib/173/DOC013173219.pdf> (accessed: 4 October 2024).

Information about the authors

Kirill A. Volobuev, Student, Novosibirsk State Technical University, 20, Karl Marks avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, kirya.volobuev@mail.ru

Violetta M. Moskaleva, Student, Novosibirsk State Technical University, 20, Karl Marks avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, violetta.moskaleva@mail.ru

Igor V. Trubin, Senior Lecturer, Novosibirsk State Technical University, 20, Karl Marks avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, i.trubin@corp.nstu.ru; <https://orcid.org/0009-0001-1466-6001>

Vitaly G. Trubin, Senior Lecturer, Novosibirsk State Technical University, 20, Karl Marks avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, trubin@corp.nstu.ru

Received: 15.11.2024

Revised: 23.12.2024

Accepted: 31.01.2025